


COLL. REG. MED. LOND.
MDXVIII
Ο ΒΙΟϹ
ΤΕΧΝΗ
ΒΡΑΧΥϹ Η
ΔΕ
ΜΑΚΡΗ



J. Ludwig W. Thudichum, geb. 27. Aug. 1829.
nach Photographie v. 1889.

Briefe

über

öffentliche Gesundheitspflege

ihre

bisherigen Leistungen und heutigen Aufgaben

von

J. L. W. Thudichum,

Dr med., Fellow of the Royal College of Physicians London, Member of the Royal College of Surgeons of England etc.



Tübingen,

Verlag von Franz Pietzcker.

1898.

Druck von H. Laupp jr in Tübingen.

Vorwort.

Die Lehren der Heilkunst über die Verhütung von Krankheiten werden im Allgemeinen von der menschlichen Gesellschaft wenig beachtet, so lange die Zahl der Erkrankten und Todten innerhalb der Gränzen eines bekannten Durchschnitts bleibt. Hingegen bei der Ausbreitung von ungewöhnlichen Seuchen entsteht eine Bewegung der Gemüther im Publikum, welche die Staatswissenschaft zur Anwendung der in ruhigen Zeiten gesammelten Erfahrungen benutzen kann. Die Heilkunst wird alsdann ein Theil der Regierungskunst, und wirkt je nach der Staatsverfassung durch Verordnungen oder Gesetze. Als Ausfluss der Staatsautorität ist sie öffentlich, und da sie aus practischen Gründen sich mehr mit der Verhütung der bekannten grossen Krankheiten als mit der Sorge um persönliches Leiden beschäftigt, wird sie zur Staats-Arzneikunde oder öffentlichen Gesundheitspflege.

Sobald nun die Staats-Autorität, einerlei ob sie direct ausgeübt wird oder an Gemeinde-Vorstände delegirt ist, die durch Erkenntniss als wünschenswerth und hülfreich erkannten Maassregeln auszuführen versucht, stösst sie auf Widerstand, der meistens aus gänzlicher Unbekanntschaft mit dem Gegenstand hervorgeht, zuweilen aber auch religiöse und soziale Vorurtheile zur Unterlage hat. Weiterhin ist die Voraussicht neuer Gemeindekosten ein starkes Motiv zum Zaudern und Prüfen. Die Kosten sind direct und nicht selten drückend, während die Vortheile der Auslagen, von der Annehmlichkeit abgesehen, zunächst indirect und nicht leicht erkennbar sind. Es ist daher nöthig, das ganze Publikum mit den Vortheilen der öffentlichen Gesundheitspflege bekannt zu machen, damit es sein Theil zur Ausführung, Erhaltung und Verbesserung derselben nicht nur ohne Murren, sondern mit Erkenntniss und Freude beitrage.

Das vorliegende Werk ist ein Versuch, diese Auffassung dem denkenden und gebildeten Theil des Publikums nahe zu legen, und durch unwidersprechliche Thatsachen aus vielen Ländern als richtig zu beweisen. Es verfolgt sodann den Zweck, die practischen Mittel zur Einführung und Erhaltung des Gesundheitsschutzes prinzipiell anzugeben; ohne sich mit Einzelheiten der Ausführung zu befassen. welche der Natur der Sache nach den betreffenden Technikern überlassen bleiben müssen.

Die alte böse Feindin des Menschengeschlechts, die Pest. welche in den letzten Jahren in Hongkong, in Bombay und Umgebung als heftige und tödtliche Seuche gewüthet hat, und jetzt in dem volkreichen und klimatisch sehr unvortheilhaft gelegenen Calkutta sich auszubreiten droht, sollte ganz Europa warnen, dass nur wissenschaftliche Einrichtungen Epidemien aller Art, aber namentlich von Pest und Cholera abzuwehren im Stande sind, und dass Verkehrshemmungen in der Gestalt von Quarantäne-Sperrungen bei dem heutigen lebhaften Austausch der Bewohner und Produkte der ganzen Erde beinahe unmöglich sind. Es ist jedenfalls sehr schwierig, die Wallfahrten der Muselmänner nach Mekka erfolgreich selbst auf kurze Zeit zu untersagen, es wäre aber leicht durch hygieinische Massregeln und Einrichtungen die aller Vernunft Hohn sprechenden Missbräuche und Uebelstände der Prophetenstadt, namentlich ihre giftbeladenen Ziehbrunnen abzustellen. Pest und Cholera sind häufig durch Mekkapilger verschleppt worden, und andere weniger zu epidemischer Ausbreitung geneigte ansteckende Krankheiten werden jährlich durch sie über grosse Länderstrecken verbreitet. Wie sie unschädlich zu machen seien, lehrt bis zur gründlichen Abstellung des Uebels die neue Wissenschaft, dass wenn ein eingeschleppter Fall, auch der virulentesten Krankheit, keinen günstigen Boden findet, sondern isolirt und rationell behandelt wird, er nicht zum Ausgangspunkt einer lokalen Epidemie werden kann, sondern wie ein Meteor aufbrennt und erlischt. Wie dieser immune für die Krankheit unnahbare Boden herzustellen sei, lehrt die Wissenschaft, deren Grundprinzipien in diesem Werke dargelegt sind.

Daher kann das Werk allen Autoritäten empfohlen sein, welche mit der Ausführung der öffentlichen Gesundheitspflege betraut sind; also Ortsvorständen und Gemeinderäthen, dann Verwaltungsbeamten; Pfarrer und Lehrer können darin Nachrichten finden, die ihnen bei der Ausbildung ihrer Geisteskinder von gutem Nutzen sein

dürften; Aerzte und Studirende der Heilkunst werden darin einigen der neuesten Erfahrungen auf dem Gebiet der öffentlichen Gesundheitspflege zum ersten Mal begegnen, um sie dann später in spezialisirenden Fachschriften weiter zu verfolgen. Bei der Abfassung des Werkes sind indessen nicht nur spezielle Interessenten berücksichtigt worden, sondern ich habe mir vorgestellt, dass ich durch eine Darstellung des Gegenstandes in der ungezwungenen Form von Briefen dem ganzen weiten Kreise der Gebildeten einige interessante und wichtige Aufschlüsse zu geben im Stande sein dürfte.

Während Deutschland in der ersten Hälfte unsres Jahrhunderts die Kuhpocken-Impfung als Bürgerpflicht zwangsweise einführte. und dieses wohlthätige Gesetz in Reichszeiten durch die Auferlegung einer zweiten oder Nachimpfung der adolescenten Jugend vervollständigte, liess Frankreich diesen Schutz zum Theil unberücksichtigt, und seine Soldaten litten dadurch in 1870—71 an Blattern-Ausbrüchen, die auch bei den nach Deutschland gebrachten zahlreichen Kriegsgefangenen an mehreren Orten auftraten. In England wurde die erzwungene Kuhpocken-Impfung erst später eingeführt, und der Zwang ist durch ein jüngst erlassenes Gesetz gemildert, wie auch die Art des Impfens der kleinen Kinder im Elternhaus weniger lästig und weniger gefahrbringend gemacht worden ist. Dagegen hat sich England in Sachen der Wasserversorgung und Abwasser-Drainage, und Herstellung aller dazu gehörigen Comforts die grössten Verdienste erworben, und wie die Statistik des Werks zeigt, aller Welt zum nachahmenswerthen Beispiel gedient. Das gilt auch für die neueste Entwicklung der bacteriologischen Zerstörung der Aphodeumen, oder endliche Reinigung der Abwasser, welche im achten Brief näher begründet ist.

Noch im Jahr 1875 hegten anregende Denker einige Zweifel, ob sich die Aufgabe des Staats in Bezug auf die Heilkunde und öffentliche Gesundheitspflege durch allgemeine Gesetzgebung ihrem Ziel sobald werde näher bringen lassen. Sogleich erhoben sich Stimmen, welche die Wegräumung der erkennbaren Hindernisse und Widerstände anbahnten, und es dauerte nicht lange, so wurde das Reichsgesundheitsamt geschaffen. Nachdem in dieser Weise Deutschland und bald darauf auch die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika in die Bewegung eingetreten sind, ferner auf zahlreichen Congressen der Sachkenner ein grosser Reichthum von Erfahrungen zum Austausch gelangen kann, sehen wir alle Kulturstaaten in

einem rühmlichen Wetteifer begriffen, die Wissenschaft der öffentlichen Gesundheitspflege zu befördern, und ihre Rathschläge in die That umzusetzen, so dass wir noch am Ende des arbeitsvollen neunzehnten Jahrhunderts mit den besten Hoffnungen auf die Zukunft blicken dürfen.

London, im Juni 1898.

J. L. W. Thudichum.

Inhalt.

Erster Brief.

Inhalt:

Geschichtliches der Bewegung. — Der gesellschaftliche oder soziale Fortschritt. — Uebelstände ausserhalb der Mauern. — Prinzipien und Axiome. — Erste absolute Anwendung der Prinzipien. — Werthe der Ausleerungen. — Verlust des Werthes in Gruben und Sielen. — Uebelstände der Latrinen und Sessgruben. — Systeme zur Entfernung und Zerstörung der Ausleerungen.

Geschichtliches der Bewegung. Das Erwachen zum Bewusstsein der Nothwendigkeit einer ausgebreiteten besonderen Thätigkeit zur Beförderung und Erhaltung der öffentlichen Gesundheit vermittelst kommunaler Einrichtungen und staatsgesetzlicher Aufsicht, beide in der Praxis von einem gewissen Betrag von Zwang begleitet, begann mit dem jetzt zu Ende gehenden Jahrhundert, und hat in den zwei letzten Decennien eine neue grossartige Erhebung zur Folge gehabt. Die ganze Bewegung entsprang aus der chinesischen Entdeckung der Inokulation der Menschenblattern, welche die ganz richtige Absicht verfolgte, die Menschen gegen eine fast unvermeidliche Krankheit, nämlich die Variolen durch Hervorrufung der mildesten Form derselben gegen die schlimmste Form sicher zu stellen. Dieser folgte gegen Ende des vorigen Jahrhunderts die Entdeckung des Schutzes durch die Kuhpocken-Impfung durch Jenner, und nachdem die Aerzte durch eine reiche Erfahrung die unbeschreiblichen Vortheile derselben bewiesen hatten, nahmen die Kulturstaaten die Anwendung in die Hand und führten dieselbe an ihrer ganzen Bevölkerung zwangsweise gesetzlich aus. Die sogenannte Aetiologie der Krankheit, nämlich die Kenntniss von ihren Ursachen und der Art ihrer Verbreitung, blieb dabei noch lange verborgen, obwohl Jakob Henle an der Spitze tiefer Denker die Theorie der ansteckenden Krankheiten im Allgemeinen durch reine Deduktion aus dem während vieler Jahrhunderte gesammelten ärztlichen Beobachtungsmaterial aufs Klarste darlegte. Es folgte nun die Entdeckung, durch den französischen Arzt Rayer, der mikroskopischen Stäbchen, welche jetzt unter dem Namen der Bacillen des Milzbrands bekannt sind.

Sie blieb zunächst unentwickelt, bis die Entdeckung der Natur der alkoholischen Gährung und ihrer Ursachen durch Schwann diesen Process als eine Wirkung lebender niedriger pflanzlicher, reproduktionsfähiger Wesen darstellte. Damit begann die vitalistische Auffassung ähnlicher Processe durch Pasteur, und die Erkenntniss, dass ähnliche Organismen die Ursache ähnlicher, auch für die menschliche Praxis schädlicher oder indifferenter Processe und Wirkungen seien. Die sogenannten Krankheiten der Weine, gegen welche die ganze ums Mittelmeer wohnende Bevölkerung seit den ältesten geschichtlichen Zeiten wie gegen ihre eigenen Leiden gekämpft hatte, erschienen jetzt als Beispiele, aus denen durch Analogie die Erforschung der Krankheiten der Thiere und Menschen hervorging. Die rein chemische Auffassung der Natur der Krankheit, welche mit der Entwicklung der organischen Chemie eine Zeit lang die Theorie der Krankheit beherrscht hatte, musste der vitalistischen Auffassung der Krankheit als eines chemisch und mechanisch wirkenden Parasitismus sich anpassen und zum Theil in ihr aufgehen. Die mechanische Optik nahm nun Theil am Fortschritt durch Herstellung allerstärkster Mikroskope, und Forscher wie Ehrenberg brachen neue Bahnen in der von Leuwenhoek bezeichneten Richtung. Die Chemie der Kohlenstoffverbindungen lieferte neue Färbematerialien, vermöge deren die auch dem bewaffneten Auge unsichtbaren Wesen durch die Färbung, dann durch Vergrösserungs-Apparate deutlich erkennbar, unterscheidbar und durch die Photographie darstellbar gemacht wurden. Es gelang nun dem Botaniker Cohn, die Stäbchen des Milzbrands als niedere Pflanzen, sogenannte Algen, zu definieren und durch experimentelle Kultur im Zustand der sogenannten Reinheit, d. h. ohne Beimischung anderer Organismen zu züchten: Pasteur wandte nun die Theorie der Vaccine auf solche Organismen an und entdeckte eine neue Art von Immunität, die der durch directe Krankheit verursachten ähnlich war. Die nächste Frucht dieser Forschungen war der künstliche Schutz von Hausthieren gegen Milzbrand. Damit trat die ganze wissenschaftliche Forschung in ein neues Feld, welches in den letzten zwanzig Jahren reiche Ernten neuer wissenschaftlicher Errungenschaften geliefert hat. Nun kam die Entdeckung des Bacillus der Schwindsucht und der andern tuberkulösen Leiden durch Koch, worauf dann viele ähnliche zerstörende, gefährliche Wesen ans Licht kamen und Gegenstände einer neuen Wissenschaft, der Bacteriologie wurden.

Alle diese ruhmreichen Entwicklungen, die Kuhpockenimpfung ausgenommen, nahmen zunächst keinen Theil an der öffentlichen Gesundheitspflege, wie innig sie jetzt auch damit verflochten sein mögen. Es bedurfte verschiedener, mitunter sehr entgegengesetzter Einflüsse, um die Gemüther einer grossen Zahl von Männern der kultivirten Welt ihr zuzuleiten. Die mächtigsten Beweggründe für die Massen waren Furcht und Schrecken, denn für die in Unwissenheit und Dunkelheit lebenden Menschen gibt es nächst dem Hunger kein stärkeres Motiv zum Handeln als Angst und Sorge. Wir Aerzte haben sehr häufig Gelegenheit, uns davon zu überzeugen. Warnungen in guten Zeiten werden nicht gehört, wenn aber der üble Tag kommt und der Tod dräut, dann treibt die Furcht den Menschen, alles Mögliche, nicht selten auch das Widersinnige zu thun. So war es auch, als die asiatische Cholera Europa zu verschiedenen Zeiten heimsuchte. Anfangs war noch Glaube an Heilmittel, an Tränke und Schnäpse, an Pflaster und Amulette. Allein bald erkannte man die gänzliche Grundlosigkeit dieses Glaubens, und wie zur Zeit der Pest, machte er einer Art von Verzweiflung Platz. Es bedurfte wiederholter Heimsuchungen durch diese Krankheit, damit sich die Augen der Menschen und der Wissenschaft auf die richtige Methode, nicht der Heilung, sondern der Verhütung der Krankheit richteten. Diese Methode entsprang aus der Entdeckung der Wege, auf welchen sich die noch unbekannte Ursache der Krankheit verbreitete. Es wurde durch ärztliche Untersuchungen nachgewiesen, dass Fäkalien sowohl direkt als indirekt die häufigsten Träger von Krankheitsursachen oder von denjenigen Agenzien sind, welche nicht nur Cholera, sondern auch andere sogenannte zymotische oder auf einer Gährung der Körpersäfte beruhende Krankheiten hervorbringen. Ich brauche nur die wichtigen Untersuchungen, welche Professor von Pettenkofer in München in den Jahren 1853 bis 1855 über diesen Gegenstand gemacht hat, ins Gedächtniss des Lesers zurückzurufen oder demselben neu einzuprägen[1]). Dieser ausgezeichnete Forscher lieferte damals den vollständigen Beweis, dass die Cholera in vielen Theilen Baierns direkt durch Uebertragung von infizirten Abtrittsstoffen, oder noch unmittelbarer durch Uebertragung von Exkretal-Materien von einem Menschen auf den andern verbreitet worden ist. In England wurden der Untersuchung dieses

1) Untersuchungen und Beobachtungen über die Verbreitungsart der Cholera etc. München. 1855.

Gegenstandes durch die rastlose Thätigkeit von John Snow neue Richtungen gegeben. Bereits seit der Zeit der Cholera-Epidemie, welche 1848—49 in London herrschte, hatte Snow die bestimmte Ueberzeugung gewonnen und öffentlich vertreten, dass die Cholera sich namentlich in Distrikten besonders bösartig erweise, welche auf den Genuss unreinen Trinkwassers angewiesen sind. Sein Werk[1]) enthält diesen Beweis in aller Ausführlichkeit. Die Einzelheiten dieser Beobachtungen sind so oft wiederholt und angeführt worden, dass es nicht nöthig ist, sie nochmals hier zu geben. Der Pumpbrunnen im Herzen Londons sowohl als die Wasserleitung, welche ihr Wasser aus der Themse innerhalb des Bereichs von London schöpfte, sandten die spezifische Infection in viele gesunde Häuser, während die unverdächtigen Wasserquellen ihre Consumenten gesund liessen.

Obschon Snow schon damals dem Choleragift die Gestalt von organischen Zellen zugeschrieben hatte, liess sich doch der Beweis für diese Hypothese damals nicht führen, allein alle Thatsachen versicherten mit desto grösserer Kraft die Wahrheit des Satzes, dass eine Bevölkerung, welche unreines Wasser trinkt, zur Zeit einer Cholera-Epidemie drei und ein halb mal so viel Todesfälle von dieser Krankheit erleidet, als eine Bevölkerung, welche reines Wasser trinkt. Es ist daher ganz klar, dass eine Bevölkerung, welche unreines Wasser trinkt, einer vielfach höheren Gefahr unterliegt, überhaupt von der Cholera ergriffen zu werden, als eine Bevölkerung, welche reines Wasser trinkt[2]).

Sobald der Zusammenhang von grossen Cholera-Epidemien mit dem Genuss von infizirtem Brunnenwasser auf der einen Seite, von infizirtem geleitetem Wasser auf der anderen Seite nachgewiesen war, häuften sich die Verdachtsgründe für einen ähnlichen Zusammenhang zwischen verunreinigtem Wasser und allerlei anderen Krankheiten in solchem Grade, dass es nöthig wurde, jede einzelne Quelle, jeden einzelnen Brunnen, jede Wasserleitung ganz genau auf die Möglichkeit oder wirkliche Existenz einer Infection zu untersuchen. Die auf diesem Weg entdeckten Thatsachen drängten die Wissenschaft zu dem jetzt auf allen Seiten als richtig anerkannten Schlusse.

1) On the mode of communication of Cholera. London. 1855.

2) „Report on the last two Cholera epidemics of London as affected by the consumption of impure water, by the Medical Offices of the Board of Health.“ 1856.

dass die häufigsten Träger der Infectionsstoffe, vermöge deren die asiatische Brechruhr, der Typhus oder das Nervenfieber, das Typhoid oder Schleimfieber, auch Abdominal-Typhus genannt und eine Menge anderer gefährlicher und häufig tödtlicher Krankheiten verbreitet werden, frische und zersetzte fäkale Materien sind, welche die Menschen, anstatt sie zu beseitigen und unschädlich zu machen, haben Wege nehmen lassen, die sie nicht gehen sollten, und dass die Ursachen, welche Menschen am häufigsten zur Aufnahme dieser Krankheiten prädisponiren, Unreinigkeiten fäkaler, und weiterhin überhaupt organischer Art sind, die mit dem Trinkwasser in ihre Leiber eingeführt werden.

Wie weit sich die als Krankheits-Ursachen wirkenden Organismen verbreiten und wie geheimnissvoll sie sich verbergen können, beweist die jüngste Erfahrung über Austern. Bei Austern denkt man gewöhnlich an das offene Meer, und ihr Wohligsein auf dessen Grund. Allein im reinen Naturzustand sind sie von geringem Werth; um sie im verkäuflichen Zustand zu erhalten, müssen sie gemästet werden. Zu diesem Zweck werden sie an Stellen gebracht, in denen sie reichliche Nahrung finden. Diese Nahrung besteht aus niederen Organismen, die sich vorzüglich dort vermehren, wo organische Materien auch ihnen zur Speise dienen; oder, die sich zersetzenden organischen Materien wirken als Dünger auf die niederen Pflanzen oder Algen, die die Austern und andere Muschelthiere ernähren. Wenn nun diesen Abwässern spezifische Krankheits-Algen, also Bacterien zugeführt werden, so bleiben sie zunächst lange lebend, auch im Seewasser, und dringen auch gelegentlich in die Auster ein, um sich im sogenannten Mantel und den Kiemen derselben festzusetzen. Somit kann eine Auster aus einem infizirten Lager den Abdominal-Typhus auf weite Entfernungen hin einem Menschen mitteilen, der übrigens ganz gesund ist und in gesundheitsmässiger Umgebung sich befindet. Die Kenntniss dieser Thatsache hat bereits die an sich nicht häufige Gefahr vermindert, allein sie ist jedenfalls zu beachten und ganz zu vernichten.

Der gesellschaftliche oder soziale Fortschritt. Wenn auf der einen Seite uns die medizinische Wissenschaft deutlich genug erklärte, dass wir zur Abstellung von gesundheitsgefährlichen Uebelständen in unseren häuslichen Bequemlichkeiten andere Einrichtungen machen müssten, so verband sich mit ihr auf der andern Seite ein starker Helfer, der zu demselben Ziel hindrängte. Es war der so-

ziale Fortschritt, der das an sich natürliche, aber jetzt zur ästhetischen Forderung gewordene Gefühl neu erweckte, welches uns und unsere Häuser vor Ausdünstungen bewahrt zu wissen wünscht, die dem Geruchssinn des Menschen eben äusserst widerlich und somit dem Körper schädlich sind. Diese Erfahrungen, Betrachtungen und Wünsche bewirkten eine Erfindung, und ihre rasche Ausbreitung, die der Wasserklosette. Sie wurde zu Anfang dieses Jahrhunderts unzweifelhaft neu gemacht, wie man schon aus der anfänglichen Complikation des Apparates ersehen kann. Die einfache Einrichtung, zu der wir jetzt schon gekommen sind, war indessen dem Alterthume wohlbekannt. Sie findet sich in Herkulaneum und ist in den von den Römern auf die Türken übergegangenen und jetzt in ganz West-Europa wieder eingeführten Bädern stets im Gebrauch geblieben.

Der Mann, welcher zum ersten Male vorschlug, die Fäkalmaterien vermittelst zu diesem Zweck besonders in die Häuser zu tragenden oder zu pumpenden Wassers aus denselben wegzuspülen, und der zum ersten Male diesen Vorschlag in Ausführung brachte, muss ohne Zweifel grossen Muth besessen haben. Die Kühnheit des Gedankens schreckte wohl Manche von der Nachahmung ab, vor allem aber stellten sich der allgemeinen Einführung der Erfindung der hohe Preis des Apparats und die Kosten seiner Anpassung an lokale Verhältnisse entgegen. Aber aller Hindernisse ungeachtet wurde die Erfindung sehr häufig angewandt, denn als Werth für die damit verbundenen Ausgaben bewirkte sie vollständige Verhütung der üblen Gerüche in den Häusern und vollständige Verhütung des Eintritts von Miasmen aus Cloaken und Latrinengruben in dieselben.

Eine lästige Folge der Einführung der Wasserklosette machte sich bald bemerklich; die Cess- oder Sess-Gruben waren zu klein, um die Exkrete mit dem dazu gekommenen Wasser für eine dem practischen Bedürfnisse genügend lange Zeit aufzunehmen. Sie mussten entweder häufiger ausgeleert werden, was mit Unkosten und Unannehmlichkeiten verbunden war, oder es mussten andere Ausflusswege für die in ihnen enthaltenen Materien geschaffen werden. Die Abführung von Ausleerungen in die öffentlichen Kanäle von Städten war in der ganzen Welt seit dem frühen Mittelalter gesetzlich verboten. In Deutschland erlaubten jedoch die Stadträthe diesen Abfluss in allen Fällen, in welchen die Hauseigenthümer eine jährliche Canal-Rente zu zahlen sich verpflichteten, durch die Einführung der Wasserklosette wurde die Abführung der Ausleerungen in

die öffentlichen Sielen zur absoluten Nothwendigkeit, und demgemäss gesetzlich. Es wurde den Hauseigenthümern erlaubt, das Flüssige aus den Latrinen-Gruben in die Kanäle laufen zu lassen, das Feste jedoch sollten sie in diesen Cessgruben zurückhalten und von Zeit zu Zeit durch Arbeiter ausleeren lassen.

Allein es bewährte sich auch hier die Erfahrung der Verwaltungsbeamten, dass es viel leichter ist, Verordnungen zu machen, als sie practisch und dauernd durchzuführen. Die Gruben wurden und blieben gefüllt, bis zuletzt das neu hinzukommende Feste und Flüssige zugleich sich einen Weg nach dem öffentlichen Kanale brach, und nun diesen, der weder nach Bauart noch Grösse der neuen Bestimmung entsprach, in eine Art von kolossaler Abtrittsgrube verwandelte. Die nun stets gefüllten Sessgruben liessen ihren Inhalt nach allen Richtungen unter und um die Häuser herum durchsickern; die Kanäle empfingen ausschliesslich bereits zersetzte Materien, deren Geruch ums Vielfache stärker und übler als der der frischen war; sie füllten sich mit Absätzen, die ebenfalls durch Handarbeit entfernt werden mussten. Kurz, es bildete sich ein Zustand aus, welcher in manchen Beziehungen schlimmer war als die vorherigen Sessgruben ohne Wasserklosette, obwohl das Uebel anders lokalisirt und vertheilt war, und man musste sich ernstlich umthun, dem Uebelstand abzuhelfen.

Diese Nothwendigkeit wurde in London um etwa 1850 erkannt. Damals existirten noch viele Tausende derartiger intermediärer Cloaken; seitdem sind die meisten derselben ermittelt und ausgereutet worden, namentlich nachdem in dem Haus der Gesundheitskommission in Whitehall, ganz nahe am Parlamentshaus ein ganz schrecklicher Zustand des Untergrunds entdeckt wurde. Ich glaube, dass in der That die grösste (aber bei weitem noch nicht die ganze) Anzahl derselben ausgerottet ist. Die Missstände der Uebergangsperiode von den Sessgruben zur vollständigen Drainage mit Wasserklosetten und öffentlichem Kanalsystem existiren noch in vielen Städten des ganzen Königreichs, sind aber durch die gesetzliche und zwangsweise vorgehende Thätigkeit der Gesundheitskommissionen (Boards of Health), die thätige und verständige Männer einschliessen und tüchtige Aerzte zu angestellten Rathgebern haben, in steter Abnahme begriffen. Durch diese fortschreitende Ausrottung der Sessgruben, Herstellung von vollständiger Kanalisation ist der Gesundheitszustand und die Lebensdauer der Menschen ausnehmend verbessert worden.

Die Uebelstände ausserhalb der Mauern. Man hatte nun zwar Häuser, Strassen- und Städte auf diese Weise ganz oder theilweise gereinigt, aber practisch die nächsten nothwendigen Folgen des Reinigungsprocesses ausser Betracht gelassen. Alle Gräben, Bäche oder Flüsse, die Themse eingeschlossen, in welche sich die Sielenwasser ergossen, wurden schmutzig und übelriechend und gesundheitsschädlich, und es entstand jetzt die Nothwendigkeit, dem durch den Eigensinn der sogenannten practischen Leute herbeigeführten Missstand abzuhelfen. Man leitete daher das Abwasser direkt auf Wiesen, wie in Croydon, Rugby und vielen andern Städten, eine Verwendung, die stets von einigen Mitgliedern des Board of Health angeraten worden war. Die Anwendung auf Ackerland erwies sich als unpractisch. Anderwärts, wie z. B. in London begnügte man sich mit einem Palliativmittel, und leitete die in Hauptkanälen gesammelten Abwässer der Nebensielen viele Meilen weit ausserhalb der Stadt, um sie erst ausserhalb des Bereichs derselben sich in den Fluss ergiessen zu lassen.

Diese Massregeln führten zunächst zu Entdeckungen, welche nach einiger Zeit einander Opposition machten. Zunächst wurde festgestellt, dass die frischen Abwasser, wie sie aus den Hauptsielen einer mit Wasser wohlversorgten, von Sessgruben befreiten, mit Wasserklosetten und mit richtig gebauten Sielen versehenen Stadt abfliessen, beinahe vollständig geruchlos sind; dass wenn sie in diesem Zustand durch Absitzenlassen von den darin suspendirten Materien befreit werden, sie zum Bewässern von Wiesen benutzt werden können, ohne, bei kühlem Wetter, lästigen Geruch zu verursachen; und dass sie durch das Berieseln einer genügend grossen und richtig beschaffenen Wiesen-Oberfläche so vollständig von allen Düngerbestandtheilen befreit werden, dass man sie in Bäche oder Flüsse ablaufen lassen kann, ohne irgend welche Uebelstände dabei befürchten zu müssen.

Liess man aber die suspendirten Theile bei der Flüssigkeit, und schickte Alles in die Flüsse, so setzten sich die festen Theile an den Ufern ab, und im Betrag wachsend verursachten sie durch schlammigen Zustand und übelriechende Ausdünstungen Missstände, welche zu Beschwerden, Processen und neuen Gesetzen Veranlassung gaben und abermals der Wissenschaft neue Aufgaben stellten.

Prinzipien und Axiome. Um einen speziellen in der öffentlichen Gesundheitspflege vorkommenden Fall schnell und richtig be-

urtheilen zu können, ist es nöthig, von gewissen Prinzipien auszugehen, auf welche man dann alle Einzelnheiten zurückführt. Diese Prinzipien habe ich ausführlich in einer Rede[1]) niedergelegt, welche ich am 91sten Jahrestag der Medicinischen Gesellschaft von London vor dieser Gesellschaft gehalten habe. Ich habe darin ausgesprochen, dass die Staatsarzneikunst die Grundlage alles Glücks ist, welches ein Volk oder die Menschheit möglicherweise besitzen kann; denn ich habe die Staatsarzneikunst definirt als die Anwendung und Durchführung der Gesetze der Vernunft auf das physische Leben, in derselben Weise wie die Justiz oder Gerechtigkeitspflege die Anwendung der Gesetze des Verstandes auf das civile oder moralische Leben des Menschen ist. Die Staatsarzneikunde ist primäre Regierungskunst, weil ein vollendetes moralisches öffentliches Leben ohne gleichzeitige oder vorhergehende Vollendung des physischen Lebens nicht möglich ist. Keine Civil-Regierung kann daher auf die Länge existiren, wenn sie nicht das Staatsleben nach den Prinzipien der Staatsarzneikunde einrichtet. Das kann man des längeren aus vier Sätzen beweisen, welche die Grundsätze der National-Oekonomie genannt zu werden verdienen.

Erster Satz. Die Grundlage aller menschlichen Existenz, die Existenz der menschlichen Gesellschaft ist die Möglichkeit, die nöthige Speise zu produziren, und noch etwas mehr als die nötige Speise, damit dieses überflüssige Product gegen andere Producte, welche nicht Speise sind, an andere, welche Speise nicht produziren, ausgetauscht werden können.

Zweiter Satz: Diese Productionskraft muss permanent sein. Dauer kann sie nur haben, wenn sie auf die richtige Würdigung der Gesetze der Natur gegründet ist. Diese Würdigung der Naturgesetze konstituirt die Landwirthschaft.

Dritter Satz: Das wichtigste Naturgesetz ist dieses, dass wir dem Boden alle diejenigen Bestandtheile wieder zuwenden müssen, welche wir ihm in den Ernten entzogen haben, die mineralischen Materien, welche die Atmosphäre nicht liefert.

Aus diesen drei Sätzen geht nun mit Nothwendigkeit hervor der vierte Satz: Die Ausscheidungen der Menschen und Thiere müssen gleich nach der Ausscheidung in irgend einer Form dem Boden zurückgegeben werden, weil dies wenn nicht die einzige

1) The Oration in Commemoration of the 91st. Anniversary of the Medical Society of London. 8°. pp. 20. London. 1864.

doch die nächste Massregel ist, durch welche wir auf der einen Seite das, was dem Boden fehlt, ersetzen können, auf der andern Seite diese Materien beständig zu allen Zeiten des Jahres und für immer beseitigen und für die Gesundheit unschädlich machen können.

Diese Sätze, deren absolute Wahrheit erst auf eine viel vermehrte Bevölkerung der Erde grösseren Zwang zur practischen Anwendung ihres Inhalts ausüben wird, sind Errungenschaften der Wissenschaft, über welche die Männer derselben sich alle einig fühlen. Es gilt nur noch, sie zum allgemeinen Verständniss, zur allgemeinen Durchführung zu bringen. Die Physiologie des Pflanzenlebens und die Chemie des Ackerbaus, welche, durch Liebig zu einer Wissenschaft erhoben, jetzt als eine beinahe vollendete Lehre dem Menschen eine neue Methode des Lebens darbietet, hat das Meiste zum allgemeinen Verständniss dieser Propositionen beigetragen, wie ja auch der zweite, und namentlich der dritte Satz ganz allein von ihr herrühren. Der erste Satz ist eine von Philosophen viel besprochene, doch im Staatsleben wenig beachtete Nothwendigkeit, welcher jetzt zum ersten Male und zwar durch die Wissenschaft Rechnung getragen wird, während doch die Aufmerksamkeit der Staatsmänner darauf als ihr erstes und hauptsächliches Geschäft hätte gerichtet sein sollen. Im vierten Satz tritt dann die Gesundheitserhaltungskunst, die Hygieine, mit ihrer grossen Forderung auf, die ganz logischer Weise mit den Forderungen der Staatskunst und des Ackerbaus zusammenfällt. Sie lehrt die Wege, auf welchen alle Forderungen befriedigt werden können. So gibt die Wissenschaft, mit der Einsicht, die dem Geiste gefällt, dem Menschen die stofflichen Mittel zu einem besseren leiblichen Leben, und verhindert unnatürlichen Tod.

Erste absolute Anwendung der Prinzipien. Wenn diejenigen, welche die obigen Sätze anerkennen, eine Stadt und ihre Bevölkerung ins Auge fassen, und die Lehre practisch auf sie anwenden wollen, so entsteht sogleich die Frage nach dem besten Weg und der besten Methode, die Ausscheidungen der Bevölkerung aus der Stadt zu schaffen, unschädlich zu machen und zu verwerthen.

Man sieht sogleich die Dreitheilung der Aufgabe. Der Werth einer jeden Antwort auf diese Frage oder Fragen ist bedingt durch die sachgemässe Forderung, dass der Vorgang mit der möglichsten Wohlfeilheit, mit der äussersten Schnelligkeit, mit vollkommener Reinlichkeit und höchstmöglicher Verwerthung des Dungmaterials

von Statten gehe. Diess führt uns nun zur Betrachtung einiger Werthe. Denn von dem theoretischen, d. h. wissenschaftlich nach gewissen Handelsmassen berechneten, und dem durch lokale Umstände bedingten zufälligen Werth der Abscheidungen hängt die Lösung der übrigen Fragen, nämlich Wohlfeilheit, Reinlichkeit und Schnelligkeit in grossem Maasse ab.

Werthe der Ausscheidungen. In Bezug auf den Geldwerth der Ausscheidungen des Menschen bestehen häufig irrige Vorstellungen. Meistens glauben die Leute, dass der feste Theil das allerwerthvollste sei, und halten den flüssigen für nicht viel mehr werth, als Wasser. Natürlich wissen unterrichtete Landwirthe schon lange, dass das Umgekehrte der Fall ist; die Bücher über Chemie des Landbaus haben den Werth der Ausscheidungen der Menschen zwar nicht so genau als den Werth der thierischen Exkrete, aber doch annähernd bestimmt. Allein diese Kenntniss ist noch nicht in die allgemeine Gesellschaft durchgedrungen. Die festen Ausscheidungen des Menschen haben verschiedene Eigenschaften, durch welche sie sich von den Fäkalien der Thiere unvortheilhaft unterscheiden. Der Fäx hängt an allen Gegenständen, die er berührt, mit grosser Hartnäckigkeit an, er lässt sich schwer abwaschen, und grosse Mengen Wasser sind erforderlich zur vollständigen Reinigung von Gegenständen, die er berührt hat. Für Zwecke des Ackerbaues lässt er sich mit dem Boden nur mischen entweder, nachdem er mit Wasser zu einem dünnen Brei verrührt, oder in ein ganz trocknes Pulver verwandelt worden ist. Der pulvrige Zustand ist übrigens nur durch umfangreiche Beimischung fremder, namentlich mineralischer Materien zu erlangen. Beide Behandlungsmethoden sind eine sehr scheussliche Arbeit, die man Menschen nicht leicht zumuthen sollte. Als Dünger ist der Menschenkoth nur auf leichtem porösem Boden verwendbar; auf schwerem Erdreich ist er häufig nicht nur unnütz, sondern auch geradezu schädlich. Mir sind Fälle bekannt, in welchen Landbauer, welche viel Latrinen-Abgang auf ihre Aecker führten, und Stücke Land sehr reichlich mit festen Exkrementen gedüngt hatten, dieselben anstatt erträglicher, beinahe unfruchtbar gemacht hatten. Ich habe denselben Effekt experimentell bewirkt durch reichliche Mischung mit sehr schwach ammoniakalischem Sessgruben-Absatz mit einem Stück Land, welches gewöhnliche Zierpflanzen ganz gut fortkommen liess. Den Römern aus der Zeit des Columella hätte eine solche Erfahrung für einen Beweis von der

„Bosheit des Menschenkoths“ gegolten, von welcher beinahe alle landwirthschaftlichen Schriftsteller des Alterthums und nicht wenige der Neuzeit fabeln. Die verständigen Landbauer nennen solches Land verdüngt; es kann nur durch häufiges Umwerfen, Pflügen, Eggen oder Graben, d. h. freien Zutritt des Sauerstoffs der Luft wieder in einen dem Pflanzenwuchs günstigen Zustand gebracht werden.

Dass der Koth wenig Werth hat, kann praktisch ganz leicht aus dem Resultat der grossen Mehrzahl derjenigen Unternehmungen gezeigt werden, welche darauf ausgingen, einen Gewinn aus der Abfuhr desselben aus den Städten und seine Verwandlung in tragbaren Dünger zu ziehen. Die Poudrette-Fabriken, welche in vielen Städten Englands, in Paris, Hannover und einer grossen Anzahl anderer Städte Europas existirt haben, sind alle nach herben Verlusten geschlossen worden. Die Nothwendigkeit dieses Resultats ergiebt sich aus folgenden Thatsachen.

Der theoretische Geldwerth des jährlichen Kothes eines Durchschnittsmenschen oder sogenannten „Kopfes“ (des statistischen Mittels von allen Altern und beiden Geschlechtern) ist in runden Summen ausgedrückt 128 Pfennig, dagegen der des Harns 728 Pfennig. Der Harn lässt sich in Gefässe sammeln, in Fässern fortbringen oder in Röhren fortleiten. In manchen Fabrikstädten, wo man Harn zum Waschen von wollenen Zeugen benutzt, bestehen grosse Röhrensysteme, durch welche der Urin nach Fabriken geleitet, oder in grossen Fabriken verteilt wird. Wenn frisch, ist er beinahe geruchlos, und Gefässe, die durch seine Zersetzung riechend geworden sind, lassen sich leicht durch Waschen mit Wasser oder verdünnter Lauge oder etwas Säure vollständig geruchlos und rein machen. Er kann leicht in Cysternen aufbewahrt oder durch Zusatz von Schwefelsäure und Abdampfen in einen äusserst werthvollen compendiösen und desshalb des Tragens und Versendens auf weite Strecken fähigen Dünger verwandelt werden.

Mit Hülfe dieser Grundzahlen lässt sich nun der Werth der Exkrete einer grossen oder kleinen Stadt, eines Dorfes oder Fleckens ziemlich genau feststellen. Für London beträgt dieser Werth weit über eine Million Pfund Sterling. Jede 10 000 Einwohner liefern einen Werth von 85 500 Mark, jeder Kopf 8,55 Mark im Jahr.

Bei sorgfältiger Sammlung des Harns könnten Nebenproducte erhalten werden, die einen grösseren Werth als einfacher Dünger abwerfen könnten. Würde z. B. das Abdampfen in Retorten

vollführt, so könnte man ein Destillat sammeln, welches als destilliertes Wasser und durch einen kleinen Gehalt von Ammoniak-Sulphat für Wollfärber und Wollreiniger werthvoll ist. Das Destillat aus der Fabrik von Bridge-Standon in Manchester wurde dort per Gallone oder 4,5 Liter mit 10 bis 20 Pfennigen bezahlt. Die Harnsäure könnte auf Murexid verarbeitet werden, eine Purpurfarbe, die Seide, Wolle und Baumwolle mit Mordanten schön und dauerhaft färbt und namentlich zum Kattundrucken sehr schätzbar ist. In Frankreich und England wurde viel Guano auf Murexid verarbeitet, und kostete das Pfund des krystallisirten, aber natürlich noch sehr rohen Farbstoffs etwa 15 Mark. Es könnte vielleicht zum Preis von 10 Mark aus kondensirtem Harn mit Vortheil dargestellt werden, doch ist auf Farbstoffe wenig Verlass, weil täglich neue aufgesucht und häufig verbesserte gefunden werden, namentlich seitdem die Chemiker und Fabrikanten diejenigen ihrer Producte, welche sich nicht für die Färberei eignen, als sogenannte Heilmittel in den Handel bringen.

Verlust des Werthes in den Gruben und Sielen. Nach meinen eigenen Untersuchungen geht ein Theil des Werthes in der Gestalt wie er hier angenommen ist, in Gruben und Sielen schnell verloren. Z. B. fand ich, dass der Sieleninhalt von Chiswick, westlich von London (von dem alles Regenwasser ausgeschlossen ist), nach dreistündigem Aufenthalt in den Sielen, beim Auspumpen auf der Füllungsstation keinen Harnstoff mehr enthielt. Dieser Versuch ist verlässlich, da er mit grossen Mengen Material auf der Station selbst ausgeführt und während mehrerer Wochen fortgesetzt wurde. Auch in den anderen Fällen betrifft die Zersetzung hauptsächlich den Harnstoff, und zwar wird er nicht nur in Ammoniak und Kohlensäure gespalten, sondern ein Theil wird durch besondere Bacterien in reinen gasförmigen Stickstoff und andere Produkte verwandelt. Die Entwicklung von reinem Stickstoff, mit Wasserstoff und Kohlensäure aus sich zersetzender Eiweissmaterie, und die Folge in welcher die Verhältnisse dieser Producte sich ändern, hatte ich schon im Jahre 1866 des weitern studiert, um diesen möglichen oder wirklichen Verlust für jeden besonderen Fall ermitteln und um die Werthbestimmung der Materie danach berichtigen zu können. Wie viel des Werthes in den Latrinen- oder 'Sessgruben verloren geht, lässt sich kaum bestimmen, es ist jedenfalls die grössere Hälfte des ursprünglichen. Die Ausscheidungen verwandeln sich in Schwefel-

wasserstoff oder Leberluft, Schwefel-Ammonium oder mephitische Luft, in Kohlensäure, Stickstoff, Ammoniak und eine Menge übelriechender flüchtiger und fixer Körper, welche Menschen und Thieren äusserst schädlich sind. In der Artilleriekaserne eines süddeutschen Staates herrschte im J. 1864 eine auf die Bewohner des Gebäudes beschränkte Epidemie von Abdominal-Typhus, an welcher 60 junge starke Artilleristen erkrankten; von diesen starben 18 oder 30 Procent. Dieser Ausbruch und unerhörte Sterblichkeit liessen sich von einer Abtrittsgrube herleiten, welche dicht am Hauptgebäude gelegen war und ihren Inhalt aus langen im Gebäude laufenden, von den Abtritten herkommenden Röhren erhielt. Gleichzeitig mit dieser Epidemie unter den Menschen brach eine eigenthümliche Krankheit unter den Pferden des südlichen Stalles aus, so dass eine ganze Batterie während einiger Tage gar nicht bespannt werden konnte. Der organische faulende Schlamm in diesen Gruben nährt Millionen von Maden, welche Millionen von Fliegen hervorbringen. Er unterhält Infusorien, schädliche Pilze und Bacterien vielerlei Art; er gährt in den Höhlen, welche sich die Stoffe aus den Gruben in der Erde bilden; er verdirbt und vergiftet die Mehrzahl der Brunnen, macht Gebäude aller Art feucht und ungesund, greift Waaren aller Art, namentlich gefärbte Seiden- und Baumwollstoffe in merklichem Grade an, schadet den Metallwaaren aller Art, sichtbar an dem Silber, den Bleisachen, glasierten Papieren. Die zur Construction der Häuser dienenden Steine, besonders die der Fundamente, werden von Producten der Umwandlung des Ammoniaks, der salpetrigen Säure und Salpetersäure zerfressen, und Menschen und Eigenthum erleiden fortwährend unberechenbaren Schaden. Einige Einzelheiten des Schadens kann der Hausbesitzer hier und da nachweisen, z. B. wenn er die Rechnungen für Anstreichen mit weisser Oelfarbe nachsieht und sich klar macht, wie viel öfter er genöthigt war, diesen Anstrich zu erneuern, weil ihn die Ausdünstungen aus der Latrine geschwärzt hatten.

Uebelstände der Latrinen- und Sessgruben. In den Sessgruben sind die schädlichen Gase in furchtbarer Menge angesammelt. Sie sind nicht selten so konzentrirt, dass sie an der Lampe der Arbeiter Feuer fangen und häufig mit Explosion verbrennen. Solche Explosionen sind gar nicht selten an Ausleerungsapparaten vorgekommen, die mit Saug- und Druckpumpe arbeiten, und die aus dem zu füllenden Fasse austretenden Gase durch Verbrennen in einer

Kohlenpfanne zu zerstören bestimmt sind. Hier mussten prekäre Vorrichtungen gemacht werden, um das Rückschlagen der Flamme des Kohlenbeckens oder Oefchens in das Fass zu verhüten. Diese Gase sind den Menschen, welche Sessgruben ausleeren müssen, selbst bei Gebrauch von sogenannten Desinfectionsmitteln bestimmt schädlich. Wenn auch alle künstlichen Maschinen, die so manche Commission aus aller Welt zusammengetragen und auf Tafeln hat abmalen lassen, angewandt werden — zuletzt muss immer der arme Abtrittsfeger in die Grube hinabsteigen und mit Schaufel und Eimer den festen auf dem Grunde liegenden Absatz herausholen. Hier und da werden die Gruben vor dem Einsteigen der Arbeiter, was man nennt, desinfizirt, d. h. es werden gewisse Lösungen von metallischen Salzen, z. B. Eisenvitriol, in die Grube gegossen. Diese Salze binden ohne Zweifel verschiedene schädliche Gase, aber niemals vollständig, schon der Roheit des Processes der Vertheilung halber. Gewisse andere gefährliche Gase, wie Wasserstoff oder Kohlenwasserstoff, werden von diesen Mitteln gar nicht angegriffen. Es bleiben sicherlich auch noch schädliche Gase übrig, die keinen oder nur geringen Geruch haben. Es ist daher noch zu beweisen, dass Stoffe, welche den Geruch von Sessgruben-Materien vermindern (denn von geruchlos machen ist keine Rede) auch alle schädlichen nicht riechenden Stoffe zu binden im Stande sind, in technischen Worten, ob sie wirklich desinfiziren (Krankheitsstoffe zerstören) oder ob sie nur oder hauptsächlich deodorisiren (geruchlos machen). Zuletzt muss auch das Wort geruchlos immer mit einem Vorbehalt gebraucht werden. Die Metallsalze binden zwar im besten Falle die überwiegende Menge von Schwefel-Ammonium und kohlensaurem Ammoniak (Kohlensäure hinterlassend, welche möglicher Weise schädlich sein kann), sie lassen aber den eigenthümlichen Geruch zersetzter Fäces, der von einigen schweren Fettsäuren herzurühren scheint, nur wenig verändert. Ganz in Uebereinstimmung mit diesen Daten beobachten wir daher, dass die Grubenfeger (oder wie sie wahrheitsgemäss heissen sollten: Ausleerer, französisch vidangeurs, denn von Fegen oder Reinigen ist bei ihrem Handwerk nichts zu finden) vielerlei Krankheiten, darunter einigen schweren, akuten, anderen chronischen lebenslänglichen, und nebenbei dem jähen Tode ausgesetzt sind. Diese Krankheiten kann der Leser in dem französischen Werk von Henry, „De l'engrais humain“, Paris, ausführlich beschrieben finden. Am schrecklichsten ist wohl die ken-

chende Erstickungsnoth geschildert, welche die Vidangeurs selbst mit cynischem Humor als „chanter le plomb“ beschreiben.

Solche jähe Todesfälle durch Einathmen von Sessgrubenluft werden in der ärztlichen Praxis zuweilen auch an Personen beobachtet, die durch unglückliche Zufälle damit in Berührung kamen. Vor einigen Jahren war ich zu einer Consultation nach Buckinghamshire gerufen worden und kam auf meiner Rückreise durch Stoney Stratford. Es war dort gerade ein Fest der Schulkinder, die von gütigen Leuten im Schulhof tractirt wurden. Ein kleiner Knabe lief über den Deckel der Abtrittsgrube, die sich im Hofe befand. Der Deckel, den die Nachlässigkeit von irgend jemand mit Hülfe des rostenden Schicksals des Eisens von den Hängen (Charnieren) abgebrochen und dann nur lose aufgelegt hatte, ohne ihn zu befestigen, öffnete sich wie eine Falle und der Knabe fiel in die Grube. Innerhalb einer halben Minute war er von dem Wache habenden Schutzmann herausgezogen worden. Er erbrach sich sogleich, obwohl er nicht untergetaucht gewesen war, und Nichts verschluckt hatte, und wurde nach Hause geführt und gereinigt. Der herbeigerufene Arzt liess ihn zu Bette gehen und reichte ihm stärkende Sachen wegen des schwachen Pulses. Allein sechs Stunden nach dem Unfall war der Knabe todt. Ich analysirte das Gas in der Grube (für die Jury des Coroner) und fand es hauptsächlich aus Luft mit viel Schwefel-Ammonium und kohlensaurem Ammoniak bestehend. Wenige Athemzüge dieser Mischung, die noch so verdünnt war, dass sie ohne augenblickliche Erstickung geathmet werden konnte, hatten das Kind durch Blutvergiftung getödtet.

Es ist nun leicht einzusehen, dass Stoffe, welche den Menschen so leicht tödten können, wenn sie, auch in einer sehr verdünnten Form, lange eingeathmet werden, die allerschlimmsten Einflüsse auf seinen Körperzustand ausüben müssen. Viele von den beschwerlichen Leiden der Augen, des Rachens, Kehlkopfs, der Lungen, des Blutes und der Verdauungswege, mit denen die menschliche Gesellschaft zu kämpfen hat, rühren ohne Zweifel von der beständig fortdauernden oder oft wiederholten Einatmung solcher Gase her. Viele der scheinbar unerforschlichen chronischen Blutkrankheiten, an denen so viele Personen verschiedenen Alters und Standes dahin siechen, sind die Folgen der Einwirkung solcher schädlichen Dünste. Die ganze Untersuchung führt zu dem unangreifbaren Satz: die Kultur und Wissenschaft sind einig darüber,

dass Abtritts- oder Sessgruben nirgends und niemals geduldet werden dürfen. Sie müssen gänzlich beseitigt werden. Man muss sie ausleeren, das Mauerwerk, aus welchem sie bestehen, aus der Erde brechen, alles infizirte Erdreich um sie herum ausstechen und wegführen und durch Feuer oder chemische Mittel zerstören, die entstandenen Löcher mit trockenem Schutt ausfüllen und der Vergessenheit anheimgeben.

Hier ist die Gelegenheit, einer historischen Sessgrube zu erwähnen, über welche Herr Rath Göthe im Jahr 1773 eine Urkunde aufsetzte: „Nachricht und Beschreibung von dem Privat-Gewölbe unter unserm Hoff im Hauss auf dem Hirschgraben“[1]). Das Gewölbe nimmt dem Herrn Rath zufolge die ganze Länge des Hofes und beinahe dessen Tiefe ein. Soweit ich die jetzt folgende Beschreibung verstehe, war in der Hälfte der Höhe des Gewölbes, etwa 4 Fuss vom Boden, ein 4 Fuss im Geviert messendes Abflussloch in den 3 Fuss tiefer liegenden Kanal, die Antauche, deren Lage nicht angegeben ist. Das Gewölbe musste also halb gefüllt sein, ehe etwas in die Antauche abfloss. Der Herr Rath hatte just 40 Jahre in diesem Hause gewohnt, ohne dass die Grube hätte gereinigt oder gefegt werden müssen, als sich der Abfluss im Monat März 1773 auf einmal verstopfte. Diess erforderte „eine Haupt-Säuber- und Reinigung“ des ganzen Gewölbes, die dann durch die Grubenfeger für die Summe von 10 Gulden vorgenommen wurde.

Nach diesen Enthüllungen kann man sich über die Sterblichkeit in der Familie des Herrn Rath kaum noch wundern. Von sechs Kindern, die alle wohlbeschaffen zur Welt kamen, und nach den starken Constitutionen ihrer Eltern zu schliessen, gute Aussichten auf Lebensdauer hatten, kamen nur zwei davon: der Dichter und seine Schwester Cornelia. Es starben Hermann Jacob, 1759, sieben Jahre alt; Katharine Elisabeth, 1756, zwei Jahre alt; Johanna Maria, 1759, drei Jahre alt und Georg Adolph, 1761, ein Jahr alt.

Das Wort „Sessgrube“ sollte eigentlich Cessgrube geschrieben

1) Siehe „Göthe's Vaterhaus“ etc. von Dr. G. H. Otto Volger, 2. Aufl. Frankfurt. 1863. S. 19. Dieser edle Mann, der Gründer des „Freien deutschen Hochstifts“ zu Frankfurt am Main, starb im J. 1897, von seiner Schöpfung mit schnödem Undank belohnt.

werden, da es „Schwindgrube“ bedeutet, auf englisch „Cess-pool“. Vorsichtige Erbauer legten sie recht gross an, sodass sie der Ausleerung niemals bedürftig sein möchten. Da aber die poröse Erde ringsum allmählig von faulender Materie durchdrungen und durch Verstopfung der Hohlräume und feinsten Gänge für Flüssigkeit und Luft ganz undurchgängig wurde, so füllte sich diese Schwindgrube mit der Zeit ihrer Grösse ungeachtet, und ihr Inhalt drang dann überall hin, in Keller, Brunnen, Fundamente, und richtete unbeschreibliches Unheil an. Ich habe selbst Keller gesehen, welche lange unbegreiflich feucht gewesen waren und in denen Alles organische, Holz, Früchte, Wurzeln schimmelte: eines Tages war ein solcher Keller fusstief mit flüssigem Inhalt der benachbarten Sessgrube gefüllt, welche plötzlich in denselben eingebrochen war. Ich habe hier in London Häuser gesehen, in welchen das ganze Erdgeschoss mehrere Zoll hoch mit Sessgruben-Inhalt überschwemmt war, der ebenfalls plötzlich, durch Einfallen angefressener Backsteinkanäle ausgetreten war. Diess sind extreme Fälle, allein sie beweisen die Existenz eines weit verbreiteten Uebels, das sich durch unzählige Einzel-Phänomene dem Kundigen zu erkennen gibt.

Systeme zur Entfernung und Zerstörung der Abscheidungen. Im rohesten Naturzustand werden die Abscheidungen von Menschen und Thieren den Elementen überlassen. Es bedarf schon eines hohen Grades von Cultur, die Menschen zu veranlassen, die Räume, Wege und Strassen von Koth zu reinigen. Die Holländer haben in Bezug auf die Ethik der Thierställe, namentlich der Kuhställe, das Vollkommenste geleistet. Der Zeit nach in zweiter Stelle, aber gleich in Vollkommenheit, sind englische Einrichtungen zur Disciplin der Ställe, namentlich für Pferde. Aber noch in allen Ländern der Erde verfährt der gewöhnliche Bauer, ohne Rücksicht auf reinliche Ethik, oder ökonomische Bewahrung des Werthes seines Betriebskapitals.

Auf dem Lande, wo die Hofraithen abgesondert, meist nur von einer Familie bewohnt, auf geräumigem Grund stehen, können die menschlichen Ausleerungen leicht untergebracht werden. Einfach mit Erde bedeckt, sind sie geruchlos und unschädlich. Dieses Vergraben, auch in der Wüste, ist schon im Leviticus befohlen, und ist lange von Juden geübt worden und wird noch heute, von Muselmännern aber nicht von Juden genau beobachtet. Diese Erfahrung, dass Erde namentlich die festen Ausleerungen ganz ein- und von

der Luft abschliesst, ist seit etwa dreissig Jahren Anlass zur Anwendung von Erd-Klosetts geworden; dieselben sind wohl genügend bekannt, um keiner Schilderung zu bedürfen. Sie passen nur für das Land, oder für Hofraithen mit Gartenumgebung, und sind für selbst kleine Städte, in denen die Häuser dicht beisammen stehen, ganz unmöglich zu gebrauchen. Sie erfordern nämlich unablässige persönliche Aufsicht und Behandlung zur Erhaltung der Reinlichkeit und Geruchlosigkeit und werden bei ausbrechender Krankheit leicht zum Brennpunkt und Ausgang neuer Infectionen. Sie sind aber jedenfalls vorzuziehen den jetzt anzuführenden Behältern, welche auf deutsch als Kübel, englisch als Pails bezeichnet werden. Der Anwendung derselben wurde zunächst das Wort geredet von durchaus wohlmeinenden Personen, welche sich mit den Bedürfnissen der Landwirtschaft vertraut gemacht und die Lehren der neuesten Agrikultur-Chemie in sich aufgenommen hatten, aber von eigentlicher National-Oekonomie Nichts, und dann von Gesundheitswissenschaft gar Nichts verstanden und die Forderungen des Wohlbehagens der Sinne ganz vernachlässigten. Das Kübelsystem ist mit vielen Unbequemlichkeiten verknüpft, welche nur derjenige ihrem vollen Umfang nach genau schätzen kann, der es längere Zeit im eigenen Hause probirt und in einer Anzahl von Städten, Quartieren und Häusern, in welchen es gebräuchlich ist, nach allen Seiten hin studirt hat. Die hauptsächliche Unbequemlichkeit der Kübel ist, dass sie stets übel riechen. Ich habe alle möglichen Deodorisationsprocesse darauf anwenden sehen; wenn auch im besten Falle der Geruch für eine halbe Stunde etwas unterdrückt war, so kam er doch nach dieser Zeit sicher wieder zum Vorschein. Sind nun gar Röhren erforderlich, um die Ausleerungen nach den Behältern oder Kübeln zu leiten, so hat man eben alle Uebelstände der gewöhnlichen Aborte. Solche Röhren sind überall da notwendig, wo Hausbesitzer zu vermeiden wünschen, dass die Kübel durch die Häuser getragen werden. Denn selbst die geschlossenen Kübel verursachen einige Verunreinigung der Luft in den Gängen der Häuser, von der möglichen, ja beinahe unumgänglichen Verunreinigung durch die aus der niedersten Arbeiterklasse kommenden und durch ihr Geschäft äusserlich nothwendiger Weise kontaminirten Arbeiter ganz zu geschweigen. Grosse Unannehmlichkeiten sind daher stets verbunden mit der Ausführung des Kübelsystems und der aus diesem hervorgehenden sogenannten Tonnen-Abfuhr. Grössere Kübel wurden

nämlich Tonnen genannt, mit festen Deckeln verschlossen und an die Orte ihrer endlichen Bestimmung abgefahren. Diese letzteren waren meist experimentelle Düngerfabriken, in welchen die Ausleerungen zu tragbarem Dünger verarbeitet werden sollten. Allein diese guten Absichten wurden durch die finanzielle Unmöglichkeit einer Bilanz zwischen Unkosten und Verkaufswerthen ganz vereitelt. Denn das Ausleeren der Kübel in Sammelgefässe oder auf Land direct, oder das Abführen der Tonnen kostete stets mehr als der Werth der in den Kübeln enthaltenen Materie betrug. Selbst wo man sich entschloss, wie z. B. in vielen Städten des mittleren und nördlichen Englands, das Kübelsystem mit beträchtlichen Unkosten einstweilen aufrecht zu erhalten, machten die ästhetischen Unannehmlichkeiten dasselbe bald verhasst oder unmöglich. Von dieser Regel machten nur die Einrichtungen in manchen grossen Kasernen und Gefängnissen Ausnahmen, insofern in solchen Fällen grosse Mengen Material beisammen sind, und entweder ohne Handarbeit oder ohne Kosten für dieselbe abgefahren werden konnten. Von diesen jedoch einen Schluss auf Privathäuser zu ziehen, ist ganz unzulässig. Zunächst muss gegen das Kübelsystem hervorgehoben werden, dass es Menschen durch das nöthige Ausleeren und in allen Fällen gebotene Waschen der Kübel oder Tonnen eine Arbeit auferlegt, die man Menschen überhaupt nicht zu verrichten anhalten sollte. Aber alle diese Einwände sind verschwindend klein im Vergleich zu dem Verdammungsurtheil, welches die Gesundheitswissenschaft über das Kübelsystem fällt. Pettenkofer hat nachgewiesen, dass in von Epidemieen ergriffenen Städten die Quartiere ohne Sprühhäuser oder Abtritte, mit blossen Nachtstühlen versehen, stärker ergriffen sind, als andere; dass die Kübel oder Nachtstühle, welche auf schlecht verwahrte Düngerstätten ausgeleert werden, Krankheitsstoff zurück mit nach Hause bringen; dass ein einziger Kübel, der Krankheitsmaterien nach der gemeinschaftlichen Ausleerungsstätte bringt, beinahe alle Kübel eines ganzen Quartiers zu Krankheitsherden machen kann; und endlich dass selbst Kübel, die „täglich auf das fleissigste entleert und ausgewaschen werden, dennoch verderblich werden können“. Wer möchte nach einem solchen Zeugniss noch wagen, der Tonnenabfuhr das Wort zu reden, selbst wenn er zum Nutzen des Ackerbaues sich den Unbequemlichkeiten und Plackereien derselben zu unterziehen gedächte! Welcher Arzt oder Staatsanwalt würde es nicht für seine heilige

Pflicht halten, die Beseitigung von Einrichtungen anzustreben, welche zu irgend einer Zeit Krankheit und Tod in die Wohnungen glücklicher Menschen bringen können! Diese Pflicht möchte ich jedem Leser dringlich ans Herz legen.

Das Kübelsystem hat viele Abänderungen erlitten, die namentlich durch neue Namen sich auszeichneten, und z. B. in Frankreich hier und da gewaltsam auf dem Polizei-Verordnungsweg eingeführt wurden. Derart waren die sogenannten „Fosses mobiles" der französischen Kalkbrenner, welche nach ihrem Erfinder das „System Mosselmann" genannt wurden. Allein auch die wohlwollenden Absichten dieses Systems verfehlten ihren Zweck und scheiterten nicht nur an den Schwierigkeiten, welche aller Art von Tonnenabfuhr anhängen, sondern auch, und besonders an seinen Eigenthümlichkeiten, welche neben besonders konstruirten und schwer zu regulirenden Gefässen einen grossen Aufwand an gebranntem Kalk erforderten. Für Berlin z. B. hätte die Ausführung dieses Systems jährlich 233 773 Tonnen gebrannten Kalks erfordert.

Zweiter Brief.

Inhalt:

Wassertransport der Ausleerungen. — Allgemeine Wasserversorgung. — Arten der Wasserversorgung. — Untersuchung des Trinkwassers auf seine Reinheit. — Temperatur der Quellen und Brunnen.

Für die Häuser einer Stadt bleiben nach Prüfung aller anderen nur zwei Methoden zur Entfernung der Exkrete übrig, welche alle von der Vernunft gebotenen, im Obigen deutlich wiederholt gestellten Bedingungen erfüllen. Die erste Methode benutzt Wasser schlechthin zur Abführung aller Exkrete, Ab-, Wasch- und Regenwasser in einem einzigen System von Röhren; die zweite von mir erdachte trennt und sammelt die flüssigen Ausscheidungen in einem eigenen Röhrensystem, und ist daher im Stande, über einen bedeutenden Werth von Material zu disponiren, welches dem Ackerbau von höchstem Nutzen ist. Nichts destoweniger ist diese zweite Methode wegen der anfänglichen Kosten der Anlage der ersten nachzusetzen, und dann ist ihr Werth dadurch zu sehr bedingt, dass bei ihrer Durchführung die Producte im Preis eine ausserordentliche Erniedrigung erfahren dürften. Sie bleibt daher einer Zukunft empfohlen, in welcher die Düngermaterialien die Preise halten, welche eine höhere Agrikultur sicher im Gefolge haben wird. Nachdem jetzt die unten zu beschreibenden bacteriologischen Filter für die Reinigung der Abwasser der ersten Methode in ihre absoluten Rechte eingetreten sind, müssen wir uns mit denselben abfinden, bis der Ackerbau höhere Forderungen an uns zu stellen und ihre Leistung zu vergüten im Stande sein wird.

Für diesen Wassertransport der Ausleerungen nun sind die vier damit zusammenhängenden Elemente die folgenden:

1. Wasserversorgung.
2. Einführung der Wasser-Klosette.
3. Kanalisation.
4. Verwerthung oder Zerstörung der Dungstoffe.

Allgemeine Wasserversorgung. Wenn man in eine Stadt, ein Dorf, oder ein Haus das gesundheitsgemässe System der absoluten Reinlichkeit einführen will, ist man genöthigt, die einzelnen Theile des Systems in derjenigen Reihenfolge herzustellen, in welcher sie eben erwähnt worden sind. Genügende Wasserversorgung jeder einzelnen Wohnung und aller Wohnungen ist daher das erste Erforderniss. Wie schön diese Aufgabe selbst für ländliche Districte gelöst werden kann, zeigt die Wasserkunst der rauhen Alb in Württemberg. Hier erfreuen sich jetzt Menschen und Thiere des Reichthums an reinstem Wasser, das ihnen Winter und Sommer in gleichem Maasse bis vor oder in Haus und Stall geleitet wird. Ich nenne die württembergischen Wasserwerke Monumente der höchsten Kultur, welche für die Bewohner, die Regierung, die Landstände, die Baumeister und die Werkleute alle gleich ehrenvoll sind. Nur durch ein solches Zusammenwirken aller Elemente des Kulturstaats war dieser Erfolg möglich.

Solches Zusammenwirken nun war in früheren Zeiten Deutschlands, Italiens und anderer Länder eine ganz allgemeine Erscheinung, bis es durch die Stürme der zur Befreiung vom Religions- und Staatsdespotismus nöthigen Kämpfe erst schwierig, dann unmöglich wurde. In allen deutschen ehemaligen Freistädten sind noch Monumente der Thätigkeit dieses Gemeinsinns vorhanden, zu denen die Usurpation und Unterdrückung folgender Zeiten, namentlich der napoleonischen Periode Nichts hinzugefügt hat. Die öffentlichen Brunnen der Vergangenheit sind Zeugen einer Kultur, welche für ihre Zeiten passte. Ihre Träger besassen eine Art von poetischer Menschenkenntniss, und benutzten sie zur Förderung öffentlicher Zwecke mit Genie. In Sachsenhausen, wie früher in Frankfurt, vereinigten sich die Bewohner einer Nachbarschaft zur Herstellung und Erhaltung eines öffentlichen Brunnens und nannten sich dann „Brunnengenossen“. Sie ernannten „Brunnenmeister“, welche die Arbeiten vollführten oder beaufsichtigten. Einmal des Jahres hielten die Brunnengenossen „Brunnentag“, auf welchem Beiträge bezahlt, Rechnungen liquidirt und Beschlüsse über Arbeiten für's nächste Jahr gefasst wurden. Auf den Brunnentag folgte sogleich das „Brunnenessen“, und nachdem unterdessen die Frauen und Töchter und natürlich auch die Familienfreunde sich an einem geeigneten Lustplatz versammelt hatten, begann das „Brunnenfest“, das mit einem „Brunnenball“ endigte. Man sollte überall solche Brunnenfeiern wieder ein-

führen und alljährlich wiederholen. Diese Einrichtung würde, namentlich wenn Niemand gezwungen wäre, sich den Durst dabei ausschliesslich mit Brunnenwasser zu löschen, viel zur Popularität neuer Wasserkünste beitragen.

Wie viel grösser aber als in früherer Zeit sind die Ansprüche der Kultur und Gesundheitspflege geworden! Wir brauchen jetzt viel und gutes Wasser nicht nur für die Wegschwemmung von Unrat, sondern auch für alle anderen Gesundheits-, Reinlichkeits- und Industrie-Zwecke, welche jede Munizipaleinrichtung befriedigen muss. Man bedarf der Privatbäder und der öffentlichen Bäder, und zwar schön eingerichteter, grosser, bequemer Bäder, die doch wohlfeil sind, damit Alle sich oft und stets, wenn nöthig, reinigen und erfrischen können. Man bedarf der Waschanstalten, damit Leib- und Hauswäsche auf eine Weise gereinigt werde, welche die früher oder auch noch jetzt so häufige Uebertragung von Krankheitsstoffen unmöglich macht. Man bedarf des Wassers zum Besprengen der Strassen, damit die Augen der Menschen und Hausthiere vor Staub geschützt seien, damit die Lungen, namentlich der Jugend, nicht so häufig wie jetzt eine mit Unreinigkeiten aller Art, namentlich mit zerstörenden Bacterien beladene Luft einzuathmen haben. Man bedarf des Wassers zur Kühlung der öffentlichen Spaziergänge und zu Verschönerungszwecken der verschiedensten Art, zum Begiessen des Grases und der Pflanzen und Sträucher in den öffentlichen Anlagen und in Privatgärten, häufige Springbrunnen mit eingeschlossen. Aber vor allen Dingen bedarf man einer genügenden Menge reinen und kalten Quellwassers zum Getränk für Menschen und Thiere.

Arten der Wasserversorgung. Ueber die Vorsichtsmassregeln, welche bei der Wahl von Wasser für Hausgebrauch zu beobachten sind, haben die grosse Mehrzahl der Menschen keine deutliche Vorstellung, wenn sie sich überhaupt mit der Frage beschäftigen. Fliessende Quellen aus Felsgebirgen sind meistens rein und können gefasst und geleitet werden. Das beste Wasser liefert der rothe oder bunte Sandstein der Trias, weil er meist frei von mineralischen Bestandtheilen ist. Die Urgebirge und Uebergangsformationen geben auch ziemlich reines Wasser, das indessen schon etwas mehr mineralische Materien führt. Die Wasser aller Kalkgebirge von den silurischen, devonischen, kohlenführenden, durch die Zechsteinlager, durch Trias, Jura und Kreide sind alle mit dem ökonomischen Nachtheil der Härte behaftet, d. h. sie enthalten

kohlensauren Kalk in Kohlensäure gelöst, wodurch sie für Zwecke des Haushalts, Kochen und Waschen weniger geeignet sind; sie bleiben aber gutes Trinkwasser. Nächst dem Quellwasser, welches durch hydraulischen Druck aus der Erde steigt und nicht selten in die Höhe springt, und wann aus einem Bohrloch kommend, ein artesischer Brunnen (d. h. Brunnen, wie sie in Artois in Frankreich gewöhnlich sind) genannt wird, kommt das Brunnenwasser, d. h. Wasser, welches sich in einem gegrabenen oder gebohrten Loch in der Erde aus dem umgebenden Erdreich sammelt, darin es als Grundwasser enthalten ist. Dieses Grundwasser kommt wohl in vielen Höhen und Lagen vor, ist aber am besten und reichlichsten in dem aufgeschwemmten Land der Flussthäler enthalten, wo es meist, ohne mit dem eigentlichen Fluss in lebhafter Verbindung zu stehen, einen unterirdischen Fluss darstellt. Das Brunnenwasser muss dann mehr oder weniger gehoben werden, um für Hauszwecke zu dienen; oder muss von höheren Stellen oberhalb nach niederen Stellen tiefer im Thal durch Fall geleitet werden. Es sind nun diese Brunnenwasser, welche jetzt die grössten Gefahren mit sich führen. Diese Gefahren waren wohl nicht immer vorhanden, oder jedenfalls geringer als sie jetzt sind, da sie durch die allmähliche Anhäufung der Menschen entweder entstanden oder vergrössert worden sind. In den Tiefbrunnen sind diese Gefahren geringer als in den weniger tiefen, namentlich wenn die Seitenwasser durch dichtes Mauerwerk ausgeschlossen sind, bleiben aber doch als möglich bestehen, wenn der Wasserstand der Tiefe durch Erschöpfung oder Trockniss des Sammelgrundes sinkt. Wir werden diese Gefahren unten etwas näher beschreiben und durch Beispiele erläutern. Sie bestehen nicht nur in allgemeinen Unreinigkeiten oder ihren Produkten, sondern namentlich in den Samen von Krankheitsursachen, welche dann in Mensch und Thier übergehen und durch Reproduction ihre spezifischen Effecte in der Gestalt von Krankheiten erzeugen. Die dritte Art von Wasser wird aus Flüssen und Bächen genommen und ist stets sehr unrein und gefährlich. Das Brunnenwasser hat meist einen gewissen Grad von Reinigung durch Filtration erlitten, das Flusswasser aber, namentlich unterhalb von Städten, muss, wenn es gebraucht werden soll, sehr sorgfältig filtrirt werden; aber selbst dann ist es von dem Verdacht der Schädlichkeit nie ganz frei zu sprechen. Die vierte Art von Wasser ist Oberflächenwasser, wie es in hohen Gebirgen, wo nur wenige oder keine Menschen wohnen, durch beson-

dere Sammelvorrichtungen erhalten und durch Ruhe geklärt wird. Derartiges Wasser hat den Vortheil der Freiheit von Mineralsubstanzen und heisst weich. Die Flusswasser sind meist mehr oder weniger hart, wie z. B. Rhein und Themse. Zum Oberflächenwasser gehört natürlich alles Regenwasser, welches in Theilen Bayerns humoristischer Weise Spatzenwasser genannt wird.

Die Geschichte der Wasserversorgung in Städten bietet sehr interessante Beispiele der Aenderungen, welche die Jahrhunderte darin hervorgebracht haben. Strassburg z. B. hatte zur Zeit der römischen Occupation eine ganz nach Vitruvius'schen Regeln gebaute Leitung, welche ihr Wasser aus einem kleinen Flüsschen in den Vogesen schöpfte. Sie wurde wohl während der Belagerungen des Mittelalters zerstört; darauf folgten öffentliche Ziehbrunnen in der Stadt, während Privatbrunnen aus unbekannten Gründen verboten waren. Allmählich wurden letztere erlaubt, und nun hatte bald jede Hofraithe ihre Pumpe sowohl als ihre Scheusalsgrube, und der Austausch der Materialien fand nach allen Richtungen statt. Daher die zerstörenden Pestilenzen, die zu mehreren Perioden die Stadt heimsuchten und der nie aufhörende Zehnte, welchen die Eingeweidefieber oder Typhoide von der Bevölkerung erhoben. Jetzt wird Strassburg mit reinem Grundwasser aus dem Rheingeröll oberhalb Strassburg versehen, und die durch die Sessgruben noch stets gefährlichen Zieh- und Pumpbrunnen sind meist geschlossen. Geleitetes Wasser sollte wo möglich von den Quellen aus unter Druck stehen, damit man es nicht zu heben braucht. Pumpbrunnen, selbst auf ganz einzelstehenden Hofraithen sind stets Aufnahmefallen für Gefahren, da Jauchen leicht in sie eindringen und gegebenen Falls eine Haus-, oder Haus- und Hofepidemie hervorbringen können. Die Leitungen selbst sind dann keineswegs frei von neuen Gefahren, und müssen selbst vor diesen besonderen Zufällen aufs sorgsamste geschützt werden.

Untersuchung des Trinkwassers auf seine Reinheit. Bis jetzt lässt sich die Reinheit oder die gegentheilige Eigenschaft von Wasser in einzelnen Fällen weder feststellen noch verneinen. Man hat sich zum Schutz mehr auf die Beobachtung allgemeiner Prinzipien, als spezieller Sicherheitsmassregeln zu verlassen. Wasser aus Kalkfelsen, Kreide, Jura ist meist so rein filtrirt, dass es keine Bacterien, nicht einmal unschädliche enthält; ebenso Wasser aus rothem Sandstein. Im Allgemeinen ist die Untersuchung von Trinkwasser

auf spezifisch-krankmachende Bacterien ein ziemlich hoffnungsloser Versuch. Nicht einmal sind pathogene Bacterien in Kanalwässern gefunden worden. Diese Untersuchung begegnet den nämlichen Schwierigkeiten wie die chemische; die Mengen an Material, welche man untersuchen kann, sind so geringfügig im Vergleich zur ganzen Masse, dass die Wahrscheinlichkeit der Auffindung der spezifischen Agentien neben den sozusagen normalen eine äusserst geringe ist. Die bacteriologische, sowie die chemische Untersuchung zeigen nur durch die grösseren oder geringeren Zahlen an Organismen, oder die grösseren oder geringeren Mengen von diagnostischen fremden Substanzen wie Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure, Phosphorsäure und organische Materie, ob das Wasser mehr oder weniger verunreinigt war. Verunreinigungen durch spezifische Materien sind bis jetzt practisch noch nie nachgewiesen worden. Daraus kann aber der Schluss, dass sie in der Masse, die ununtersucht bleibt, nicht vorhanden sind, nicht gezogen werden; im Gegentheil, wir sind durch unzweifelhafte Thatsachen gezwungen, ihre Gegenwart in vielen Fällen anzunehmen. Daher ist Flusswasser, auch wenn filtrirt, niemals von Verdacht frei, dass es noch schädliche Bacterien, die ohne Zweifel in höheren Läufen des Flusses in den Fluss ausgeleert werden, enthalte. Sodann ist nicht nur die Leitung in jedem Fall zu sichern, wie bereits erwähnt, sondern besondere Aufsicht auf Wohnungen ist noch erforderlich, wo das Wasser häufig aufs Schlimmste vernachlässigt und verunreinigt wird. Die Gefässe aller Art, welche von Bewohnern aller Klassen in Häusern benutzt worden sind, zeigen sich nicht selten mit Unreinigkeit erfüllt und meist ungenügend beschützt. Ich habe selbst beinahe unglaubliche Ungeheuerlichkeiten beobachtet. In einer Cysterne in einem Haus in London war ein Absatz von 4 Zoll Höhe schwarzen und übelriechenden Schlammes enthalten. In einem Haus, in das ich selbst einzog, fand ich, nachdem ich das Wasser gekostet hatte, nicht weniger als elf Leuchter aus Messing, Blech und Porzellan; drei waren Kinderspielsachen. Diess erinnerte mich an die Tradition vom besten Wein in Montilla in Andalusien. Die Cysterne, welche ihn barg, machte allen Wein, der dazu gegeben wurde, angeblich von höchster Güte. Eines Tages fiel die Cysterne ein, und als sie ausgeleert wurde, fand sich auf dem Grund die irdische Hülle des Merino-Haushammels des Eigenthümers, der unbegreiflich verschwunden, wirklich in der Wein-

cysterne ertrunken war. Wegen des Rufs hiess die wiederaufgebaute Cysterne „La Solera del Carnero“.

Bei Brunnengrabungen soll die Temperatur des erhaltenen Wassers schichtenweise geprüft werden, um zu ermitteln, ob das erhaltene Wasser Tiefgrundwasser oder oberflächlich gesammeltes Wasser sei; oder ob es aus einer Mischung von solchen Sorten bestehe. Das reine Tiefgrundwasser muss die der Breite (Latitude) entsprechende jährliche Durchschnittswärme des Orts ohne Variation zeigen, und zwar beständig ohne Veränderung mit den Jahreszeiten. So zeigen die vielen an der Oberfläche erscheinenden Quellen im Themsethal am Fuss des Abfalls der südlich an der Themse gelegenen Kalkgebirge [die unter dem Namen der „Downs“ bekannt sind, obwohl sie eine Hochebene bilden], so reichlich und rein fliessen wie die am Fuss der jurassischen rauhen Alb in Württemberg, stets mit einer Temperatur von 52° Fahrenheit, welche daher 11.11° Celsius entspricht. Bei einer Brunnengrabung zu Basingstoke oberhalb der Stadt wurde eine reiche Quelle zehn Fuss unterhalb des Spiegels des Flusses Lodden dicht am Rand des nur wenige hundert Meter oberhalb dieser Stelle ans Licht tretenden Flusswassers ergraben, und lieferte beim Pumpen mit der Dampfmaschine anderthalb Millionen Gallonen Wasser im Tag von 24 Stunden. Die Ingenieure behaupteten, dass diess nur Flusswasser aus dem Bette des Flusses sei. Allein beim Beschlag des Schachtes zum Ausschluss des Nebenwassers stieg der Spiegel der Quelle über den Spiegel des Flusses, und die Temperatur blieb auf 11° C., während das Flusswasser, obwohl es nur eine kurze Strecke im Bett des Lodden geflossen war, eine mehrere Grade höhere Temperatur angenommen hatte. Diese Kenntniss der Uebereinstimmung der Wärme der Tiefquellen mit der Jahres-Durchschnittswärme der Gegend ist eine der schönsten Errungenschaften der Meteorologie. Ich habe das Gesetz bei einigen Beobachtungen der Temperatur von Quellen und gegrabenen Brunnen in Südspanien (Andalusien) vollständig bestätigt gefunden. Alle Quellen und Brunnen, deren Producte zu menschlichem Gebrauch als Trinkwasser bestimmt sind, sollten daher nicht nur bei erster Einrichtung, sondern auch während des dauernden Gebrauchs häufig auf ihre Wärme geprüft werden. Denn auch Tiefbrunnen, wie z. B. Brunnen im Kalk (Kreide), wie sie in den Kreidefelsen des Themsethals zu Tausenden existiren (z. B. in Dörfern auf den Downs, wo jedes Arbeiterhäuschen [Cottage] mit einem ca. 60 bis 100 engl. Fuss

tiefen Ziehbrunnen versehen ist), werden bei lebhaftem Gebrauch oder in trockenen Jahreszeiten vom Oberflächenwasser besucht und dadurch gefährlich. So wurde eine Epidemie von Typhoid bei Croydon südlich von London als das Resultat eines Eindringens von solchem Oberflächenwasser aus der Umgebung in den Schacht erklärt. Die im Herbst vorigen Jahres (1897) in Maidstone in der Grafschaft Kent herrschende Epidemie von Typhoid (Abdominal-Typhus), welche über 1800 Menschen ergriff, durch Eindringen von unreinem Oberflächenwasser in die Sammelcysterne der städtischen Wasserleitung erklärt. In diesem Fall hätten häufige chemische und physikalische Analysen wohl Aufmerksamkeit auf die drohende Gefahr richten und Verhütung des grossen Unglücks, das über hundert Menschen das Leben kostete, herbeiführen können.

Von den Verunreinigungen des Wassers durch Metalle, wie Zink, Kupfer, Eisen, oder Metalloide wie Arsenik etc. wird hier nicht gehandelt, da diese Uebel nicht ausgebreitet, relativ seltener und nicht als mittheilbare Krankheiten, sondern als chemisch beweisbare Vergiftungen zu betrachten sind. Weiter unten wollen wir dieselben ihrer Bedeutung nach beurtheilen.

Dritter Brief.

Inhalt:

Gefahren durch verunreinigtes Trinkwasser. Krankheiten durch Trinkwasser verbreitet. — Unreines Trinkwasser und Abdominaltyphus. — Amerikanische Zustände. — Wirkung der Filtration auf Wasser zum Hausgebrauch. — Indirecte Gefahren unreinen Wassers. — Gefahren durch Milch. — Uebertragung des Abdominal-Typhus durch Austern.

Krankheiten durch Trinkwasser verbreitet. Die meisten Fälle von Krankheit, welche durch Trinkwasser verbreitet worden sind, waren Fälle von Abdominal-Typhus. Dabei ist nun keineswegs die Krankheits-Ursache aus dem schuldig oder unschuldig vergifteten Wasser herausgefischt worden, im Gegentheil, als die Krankheit entdeckt wurde, waren die Umstände, unter, und die Agentien, durch welche das Wasser infizirt wurde, schon lange verändert oder verschwunden. Die Forderung, welche einige gemacht haben, dass die Typhoid-Bacterien aus dem angeklagten Wasser isolirt werden müssten, kann daher nach der Natur des Vorgangs niemals befriedigt werden. Folgt die zweite Forderung für den Beweis, nämlich dass die vom Typhoid ergriffenen Personen, wenigstens der grössten Zahl nach, von dem Wasser genossen haben, und ferner dass keine andere Infectionsquelle als das Wasser vorhanden sei, aus welchen die Individuen ihre Krankheit geschöpft haben könnten. Man sieht sogleich, dass zu dieser Beweisführung eine Zahl von Krankheitsfällen erforderlich ist; dass je grösser diese Zahl, und je mehr zu gleicher Zeit sie sich ereignen, desto stärker wird die Beweisführung. Wenn man nun zugleich nachweisen kann (wie in der Typhoid-Epidemie in Red Hill in Sussex geschehen ist), dass das verdächtige oder angeklagte Wasser kurz vor dem Ausbruch der Epidemie der Verunreinigung durch homogene Infectionsstoffe ausgesetzt war, so ist schon eine grosse Wahrscheinlichkeit hergestellt.

Manche Schriftsteller suchen die Ursache der Wechselfieber, und ihrer Modifikation, gewöhnlich Malaria genannt, und der tro-

pischen Ruhr oder Dyssenterie in thierischen, nicht pflanzlichen Organismen, die der letzteren Krankheit namentlich in einer sogenannten Amöbe. Allein die Thatsachen, welche für diese Ansicht sprechen, sind sehr dürftiger Natur, und die, welche dagegen sprechen, sehr wuchtig. Dazu kommt noch, dass viele der Malaria genannten Fälle sehr wahrscheinlich Abdominal-Typhus hatten, und desshalb nicht in das Argument passen, dass Malaria durch Wasser verbreitet werde. Der am häufigsten citirte Fall ist der des französischen Schiffs „Argo", welches eine Abtheilnng Soldaten von Algier nach Marseille trug. Auf der kurzen Reise starben 13 von 120 Soldaten, und bei der Ankunft waren noch 90 aus 107 krank, und zwar nach dem Bericht des Doctor Boudin zeigten sie die Symptome der „malarischen" Vergiftung in allen ihren Formen. Die Matrosen desselben Schiffs waren von der Krankheit absolut frei; sie hatten nur reines Wasser getrunken, während die Soldaten Wasser getrunken hatten, welches gerade vor der Abreise des Schiffs aus einer sumpfigen Quelle geschöpft worden war. In dieser Geschichte fehlen nun bedeutende Elemente: die Länge d. h. Zeitdauer der Reise ist nicht angegeben, so dass wir von der Dauer der Fieberanfälle keine Nachricht haben; zweitens, wir wissen nicht, ob die Soldaten in Boné landeten, wo das Sumpf-Wasser eingenommen wurde; drittens war das Fieber in „vielen" Fällen dauernd, und nicht intermittirend, und wurde durch Chinin nicht geändert. Zuletzt hatte College Boudin selbst seine Zweifel. Merkwürdig ist der Fall stets, allein nicht erklärt, und als Beweis für eine These unbrauchbar.

Der italienische Arzt Celli versuchte gesunden Leuten die Malaria durch Trinken von grossen Mengen Wassers aus dem verrufensten Theil der Pontinischen Sümpfe geschöpft beizubringen: allein die willigen Schlachtopfer blieben gesund und heiter. Salomone-Marini machte ähnliche Versuche mit ganz ausserordentlichen Mengen pontinischen Sumpfwassers, allein die Malaria trat nicht in Scene. Personen, welche reines Wasser tranken, aber in malaria-berückten Gegenden lebten, wurden indessen von der Krankheit befallen.

Ruhr, oder Dyssenterie, soll auch durch Wasser verbreitet worden sein. Quincke und Roos hatten einen Mann in Behandlung, in dessen Ausleerungen solche sogenannte Amöben waren, wie sie die Ruhr charakterisiren sollen. Er war einer von 15 Individuen, welche alle aus einem Syphon sogenannten künstlichen Mineral-

wassers getrunken hatten. In 14 Fällen also waren die Amöben nicht nachgewiesen. Ausserdem ist eine Dosis von $^1/_{15}$ Syphon nicht nur eine kleine, sondern eine so unwahrscheinliche Menge, dass über die Thatsachen die grössten Zweifel herrschend bleiben.

Die häufigsten Fälle also von Uebertragung von Krankheitsursache durch Wasser sind solche von Abdominal-Typhus. Dieselben sind so zahlreich und gut studirt, dass ich sie alle als bewiesen betrachte; ich kann sie nicht einmal aufzählen, ohne meine Raumgrenzen zu überschreiten. Folgen Fälle von Cholera und diarrhoischen Krankheiten. Nur sind diese letzten Krankheiten keineswegs immer, d. h. in allen Fällen, durch Wasser übertragen; allein dass sie häufig durch Wasser verbreitet worden sind, unterliegt keinem Zweifel. Die sogenannte Sommer-Diarrhöe der Kinder der niedern Klassen in England scheint mir durchaus durch zersetztes und infizirtes Trinkwasser verbreitet.

Es ist nun festgestellt, dass wenn man den sogenannten Bacillus des typhoiden Fiebers mit dem gemeinen Bacillus des Krummdarmes in Wasser zusammenbringt, der letztere den ersteren zu Schanden macht, überwältigt, hinausdrängt, oder, wer weiss, vielleicht auffrisst, d. h. durch Berührung zerstört und absorbirt.

Die Typhoid-Epidemie im Thal des Flusses Tees, 1890 bis 1891, 1463 Fälle, ist ein starker Beweis für die Verbreitung des Typhus durch infizirtes Trinkwasser, welches aus einem kleinen Fluss geschöpft ist. Die englischen Pharisäer, die kontinentale Zustände so geringschätzig schildern, müssen doch bei den Bildern des Thales des Tees erröthen, wenn sie noch im Stande sind, Scham zu fühlen.

Von der Verbreitung, oder der Begünstigung der Verbreitung der Cholera durch unreines Wasser habe ich schon oben gehandelt. Man will immer das jüngste Beispiel; daher möge das in Hamburg gewonnene hier erwähnt werden. Hamburg grenzt an zwei kleinere Städte, nämlich Wandsbeck, welches mit filtrirtem Wasser aus einem See versehen wird, und Altona, welches filtrirtes Elbewasser empfängt, das aus dem Fluss gerade an der Grenze zwischen Hamburg und Altona geschöpft wird. Hamburg selbst wurde mit nicht filtrirtem Wasser der Elbe, gerade oberhalb der Stadt geschöpft, versehen — versorgt kann man es nicht nennen, denn Leichtsinn und nicht Sorge war bei der Sache das herrschende Prinzip. Unter diesen Umständen litt Hamburg durch sein nichtfiltrirtes

Wasser viel Krankheit und Tod, während die Städte Wandsbeck und Altona beinahe ganz verschont blieben.

In einer Strasse war die Ostseite Hamburgisch, die Westseite Altonaisch, die Ostseite hatte unfiltrirtes Hamburger, die Westseite filtrirtes Altonaer Wasser; auf der letzten Seite ereignete sich kein einziger Cholerafall, auf der Hamburger Seite dagegen waren viele Fälle der Krankheit. Eine Gruppe von Häusern in der Mitte von Hamburg war mit filtrirtem Altonaer Wasser versorgt, und dort ereignete sich kein Fall von Cholera, während ringsumher, wo das unfiltrirte Hamburger Wasser benutzt wurde, die Cholera epidemisch herrschte.

Während dieser Zeit liess Hamburg seine Abwässer in die Elbe fliessen, so dass also Altona das korrupteste Wasser in sein Filterbett aufnehmen musste; dessen ungeachtet blieb Altona verschont, als Resultat seines Filter-Schutzes.

In einer durch einen infizirten Brunnen verursachten kleinen Epidemie in Altona wurde die Gegenwart des Cholera-Bacillus nachgewiesen.

Im November 1892 wurde etwa die Hälfte aller Personen, welche in einem gewissen Quartier (block) von Häusern in Melbourne, Victoria, Australien lebten, von heftigem Durchfall mit Blutabgang befallen. Andere Bewohner, welche kein Wasser, oder nur gekochtes Wasser tranken, blieben verschont. Dieser Krankheitsausbruch war verursacht durch den Eintritt von Schlamm und Schmutz aus einer Cysterne, welche Arbeiter zu reinigen im Begriff waren.

Ueber die Bacterien, welche diese Durchfallskrankheiten verursachen, ist noch wenig bekannt. Aber die ganze Summe der positiven Kenntniss beweist, dass reines Trinkwasser eines der ersten Erfordernisse einer absoluten Hygieine ist.

Unreines Trinkwasser und Abdominal-Typhus. Wir können die Zahl der Fälle von Typhoid nur nach der Zahl der Todesfälle schätzen und diese Schätzung ist unsicher, da die Sterblichkeit in verschiedenen Zeiten, Plätzen und Epidemieen etwas verschieden ist. Wählt man aber zur Betrachtung des Zusammenhangs zwischen diesen Factoren grosse Städte, in denen die Sterblichkeit an Typhoid von Jahr zu Jahr nur wenig wechselt, so kann man schon gültige Schlüsse ziehen.

Es ist beobachtet worden, dass, wenn für reines Wasser einer Stadt plötzlich unreines aufgebürdet wird, die Zahl der Fälle an Typhoid einige Wochen später steigt. Dies war z. B. der Fall in Buffalo, Nord-Amerika, wo die Einwohner statt ihres reinen Wassers eine Zeit lang Wasser aus dem See trinken mussten. Zwei Wochen später stieg die Zahl der Typhusfälle, als bereits wieder nur reines Wasser getrunken wurde. Diess stimmt ungefähr mit der Inkubations-Zeit des Typhoids, d. h. der Zeit, welche gewöhnlich zwischen der Aufnahme des Krankheitsgifts und der deutlichen Erklärung seiner Zeichen verstreicht. Später fiel dann die Zahl der Krankheitsfälle wieder.

Zu genauen statistischen Untersuchungen über die Sterblichkeit an Abdominal-Typhus ist es nöthig, die Zahlen der gleichalterigen Lebenden zu kennen. Die Sterblichkeit ist am grössten unter Kranken, welche im Alter von 15 bis 25 Jahren stehen. Nun wird die Sterblichkeit an Typhoid in jedem Jahr, aber die Alter der Lebenden werden meist nur alle zehn Jahre durch einen sogenannten Census ermittelt. Dieser ist nun für neun Jahre auf die Annahme beschränkt, dass das Verhältniss zwischen Todesfällen an Typhoid und gewissen Altern dasselbe gewesen sei als im Census-Jahr. Für alte Städte nun, welche eine geringere Zahl junger erwachsener Menschen zeigen, wäre eine jährliche Sterblichkeit an Typhoid von 14 aus 10000 Bewohnern viel grösser als in neuen Städten, wo junge Erwachsene von vielen Gegenden zusammen kommen.

In Amerika bedingt auch Rasse eine Verschiedenheit in der Sterblichkeit an Typhoid, indem auf 59,41 Weisse 127,86 Schwarze sterben. Wieviel dabei dem niedrigen sozialen Zustand der Schwarzen beizumessen ist, bleibt hier unentschieden. Unter den weissen Rassen ist das Typhoid in Amerika den in Skandinavien oder Italien geborenen am tödtlichsten, den aus Deutschland und England stammenden am wenigsten gefährlich. Zusammenlauf vieler Menschen erhöht auch die Sterblichkeit; z. B. während der Ausstellung in Philadelphia in 1876 stieg dieselbe beinahe auf das doppelte früherer Jahre. Geographische Lage, Jahreszeiten, Zahl der durch die Krankheit selbst immun gemachten Personen, der sogenannte Zustand des Durchseuchtseins oder des Gegentheils, des Vorherrschens von Individuen, welche nicht beschützt, sondern für die Krankheit disponirt, d. h. epinotisch sind; ferner das periodische Vorwalten von Epidemieen, — alle diese Factoren müssen bei der Betrachtung des

Zusammenhangs der Krankheit mit unreinem Trinkwasser genau in Betracht genommen werden.

Alle Beobachtungen gehen nun auf das Resultat hin, dass das Typhoid hauptsächlich durch unreines Trinkwasser verbreitet wird. Unvollständige oder mangelnde Entwässerung des Bodens und Verunreinigung des Bodens ist die nächst häufige Verbreitungsart, wirkt aber am Ende auch hauptsächlich durch das Trinkwasser. Es kommen nun noch hinzu Umstände, welche die Verbreitung der Keime begünstigen, nämlich Mangel an Abschliessung oder sogenannte Isolirung der Kranken, und Unterlassung der Desinfektion der Exkrete. Dadurch wird die Infektion namentlich der Brunnen, fliessenden Wasser, von Teichen, Seeen und danach von geleitetem Wasser vermittelt. Die Epidemie zu Redhill war durch die Verunreinigung einer Ecke im Schacht des im Kreidefelsen eingebohrten Brunnens verursacht; der Uebelthäter infizirte das Wasser des Brunnens so sehr, dass eine grosse Epidemie unter den Consumenten des Wassers entstand. Durch solches Wasser werden dann nicht allein Personen, welche es trinken, angesteckt, sondern durch dasselbe werden auch Gefässe infizirt, die zum Transport von Milch u. dergl. dienen; oder die Milch wird durch Wasserzusatz verfälscht, und dann vertheilt, das Gift auf diese Weise in viele hundert Leiber eingeführt, wie in der Epidemie in Marylebone in London.

Amerikanische Zustände sind wegen der grossen Oberfläche, der schnell wachsenden Bevölkerung und der täglich genauer werdenden Beobachtungen[1]) für uns jetzt sehr lehrreich. Z. B. ist durch

1) Mit amerikanischen Zuständen auf dem Gebiet der Hygieine bin ich zuerst durch persönliche Mittheilungen des jetzt verstorbenen Arztes des Staats New-York, Dr. Caroll, näher bekannt geworden. Sodann hatte ich mich der Gunst des Staats-Gesundheits-Raths zu erfreuen, welcher mich mit Zusendung seiner periodischen Berichte über Sterblichkeit und Todesursachen, sowie seiner jährlichen administrativen Berichte beehrte. Nach dem Beispiel des Staats von New-York, in welchem Caroll der Bewegung Bahn brach, gehen jetzt alle Staaten Nordamerika's vor und wetteifern im Bestreben, ihre Zustände den Geboten der neuen Hygieine anzupassen. Unter allen hat Massachussets auf diesem Gebiet die grösste und nutzbringendste Thätigkeit in der Gestalt des Studiums der Behandlung der Abwasser entfaltet. Die Medizinische Gesellschaft des Staats New-York veranstaltete eine spezielle Besprechung aller einschlägigen Fragen bei Gelegenheit ihrer Jahresversammlung am 28sten Januar 1897, wozu eine Anzahl von sorgfältigen und gelehrten, viel neues Material enthaltenden Aufsätzen die Grundlage lieferte. Die dreizehn Mittheilungen sind im 18ten Band der „Albany Medical Annals“, Nr. 3 und 4,

die letzteren bewiesen, dass Städte, welche ihr Wasser aus benachbarten Flüssen nehmen, eine viel höhere Sterblichkeit an Typhoid haben als andere. Z. B. haben eine Sterblichkeit aus 10 000 der Bevölkerung die folgenden Städte; Alleghany = 11,23; Denver = 21,7; Washington = 6,7; Jersey-City = 7,6; Philadelphia = 4,08. Solange Newark und Chicago ihr Trinkwasser aus dem Passaic und Michigan-See bezogen, hatten sie eine hohe Sterblichkeit an Typhoid; mit verbesserter Wasserversorgung fiel dieselbe auf bedeutsame Weise. Brooklyn bei New-York ist ausgezeichnet kanalisiert, und hatte seither eine Fülle ausgezeichnet reinen Trinkwassers, welches aus tiefen Brunnen mit Schächten und Stollen gewonnen, und dann auch noch durch Kies und Sand filtrirt wurde. Die Sterblichkeit an Typhoid war daselbst im Censusjahr 1,5 in 10 000; rechnet man die eingeschleppten Fälle ab, so lässt sich sagen, dass Brooklyn von Typhus frei sei. In letzter Zeit nun scheint sich das Wasser in den Schächten, welche es seither geleitet haben, zu vermindern, und über die Filtration sind Zweifel entstanden. Die Stadt ist jedenfalls ein ausgezeichnetes Beobachtungs-Objekt in Bezug auf die ganze Frage.

New-York hat ebenfalls eine reiche Versorgung mit gutem Wasser, ist aber nicht so wohl drainiert und mit Sielen versehen. Seine Sterblichkeit an Typhoid ist 3 in 10 000. Hier sind jedenfalls die eingeschleppten Fälle häufiger als in Brooklyn; in allen Fällen ist die Sterblichkeit noch eine sehr geringe. In Boston mit gutem Wasser und guten Canälen ist die Sterblichkeit an Typhoid 3,5 in 10 000. In Baltimore ist gutes Wasser, indessen steigt dort die Sterblichkeit an Typhoid auf 5,—, weil dort keine Sielen existiren. Die Stadt hat 75 000 Sessgruben und der Grund auf dem sie steht, ist mit Sessgruben-Inhalt gesättigt. Es existiren noch einige Tiefbrunnen, aus dem einige Milchereien ihr Wasser ziehen, jedoch die Stadt im Ganzen ist jetzt mit gutem Wasser versehen. Nach Eröffnung der neuen Wasserkunst fiel die Sterblichkeit an Typhoid um ein Drittel.

P h i l a d e l p h i a pumpt sein Wasser aus dem Fluss Schuylkyll und lässt es durch Absitzen etwas reinigen, aber nicht filtriren. Es hat daher eine zwischen 3,29 und 4,08 in 10 000 schwankende

März und April 1897 gedruckt, und in einer Auflage von 5000 Exemplaren verbreitet worden. Aus ihnen habe ich manche, namentlich Nord-Amerika betreffende neue Daten in meinen Text eingeführt.

Sterblichkeit an Typhoid. Washington hat die höchste Sterblichkeit an Typhoid unter allen östlichen Städten, nämlich 6,7. Es hat zwar geleitetes Wasser, welches dem Potomak einige Meilen oberhalb der Stadt entnommen ist, aber in der Stadt bestehen noch über zweihundert Brunnen, aus welchen die Nachbarn ihr Wasser beziehen. Dabei sind noch 14000 Sessgruben in der Stadt vertheilt; sie hat zwar Kanäle, dieselben sind aber so schlecht nivellirt, dass bei Hochwasser der Inhalt zurückgestaut und aufwärts bewegt wird, in den Boden dringt und die Brunnen verunreinigt. Die Gesellschaft der Aerzte von Columbia hat die ganzen Umstände der Hauptstadt genau beschrieben. Chicago pumpte vor 1882 sein Trinkwasser aus dem Michigan-See, und zwar an Stellen, die von den Abwassern von Chicago verunreinigt waren, wie sie im Chicago-Fluss und den See-Ufer-Kanälen hereinflossen. Das Wasser war nicht selten untrinkbar und so faul, dass nach jedem Regensturm die Sterblichkeit an Typhoid in die Höhe ging. Im Juni 1892 war z. B. 16,58 Zoll Regen gefallen und die Zahl der Todesfälle an Typhoid stieg von 55 im Juni auf 211 im Juli. Das Wasser wird jetzt aus der Tiefe des Sees durch vier Tunnel geholt, deren jeder vier Meilen lang ist. Die zwei Hauptleitungen wurden im J. 1892 vollendet; in diesem Jahr starben in der Stadt 1489 Personen an Typhoid. In neun Monaten des Jahrs 1893 starben nur 503, was einer Verminderung von 60 Proc. gleich ist. Vom 1. Januar 1890 bis zum Ende Dezember 1892 war die jährliche Zahl von Todesfällen an Typhoid 11,5 in 10000 gewesen. In 1894 war dieselbe auf 3,1 gefallen. Bis 1892 war Chicago durch diese hohe Sterblichkeit an der Spitze von den 17 Hauptstädten der Vereinigten Staaten; es nimmt jetzt den 10. Platz ein.

Das Beispiel der Wirkung einer reinen Wasserversorgung, welches uns die kontrastirenden Zustände von Jersey-City, und Newark, Neu-Jersey liefern, ist von wuchtiger Beweiskraft. Die beiden Städte befinden sich unter denselben klimatischen und geographischen Zuständen, und sind nur getrennt von einander durch einen engen Landstrich, welcher die „Jerseyer Wiesen" (Jersey Meadows) genannt wird. Vor dem 15. April 1893 pumpten sowohl Jersey-City als Newark ihr Wasser aus dem Fluss Passaic, welcher durch Abwasser sehr verunreinigt war. Bis zu dieser Periode waren die jährlichen Todesfälle an Typhoid wie folgt:

	1890	1891	1892
Jersey-City	9,1	9,5	5.3
Newark	6,6	8,1	4,5

Im Monat April 1893 begann Newark Wasser aus dem Pequannock District, welches nicht von Abwasser verunreinigt ist, zu brauchen, während Jersey-City fortfuhr, das Passaic-Wasser zu benutzen. Die Sterblichkeit in Newark an Typhoid fiel auf ein Fünftel der früheren, wie die folgenden Zahlen zeigen:

	1893	1894
Jersey-City	6,0	7,6
Newark	2,8	1,5

Wenn man nun diese Verminderung der Mortalität betrachtet, und bedenkt, dass die Morbilität jedenfalls das zehnfache betrug, dass also auf jeden Todesfall zehn Krankheitsfälle kamen, aus welchen der Patient genass, so kann man sich einen Begriff von der Ausbreitung der Krankheit machen.

Wirkung der Filtration auf Wasser zum Hausgebrauch. Man muss die Wirkung jeder Massregel nicht nur im Allgemeinen, sondern auch in allen Einzelheiten verfolgen; so z. B. die Wirkung der Filtration des Trinkwassers auf die Zahl der Todesfälle an Typhoid. In der Stadt Lawrence in Massachussetts war Typhoid sehr herrschend. Im Jahr 1893 fing man an, das Trinkwasser zu filtriren, und im folgenden Jahr war die Sterblichkeit beinahe zur Hälfte der früheren gefallen.

	1890	1891	1892	1893	1894
Bevölkerung	44 659	45 911	47 209	48 355	49 000
Bekannte Fälle von Typhoid-Krankheit	193	207	172	141	101
Todesfälle an Typhoid	55	53	45	34	25
Todesfälle in 10 000	12,3	11,5	10,2	7,0	5,0

Die Zufuhr von reinem Wasser allein vermindert nicht immer die Sterblichkeit an Typhoid. Dantzig z. B. zeigte im J. 1869 10,0 in 10 000 Bevölkerung an jährlichen Todesfällen von Typhoid. Die reichliche Wasserversorgung, welche dann Platz griff, änderte dieses Verhältniss nicht; aber nachdem die Stadt im Jahr 1872 kanalisirt worden war, fiel das Verhältniss der Todesfälle an Typhoid auf 1.5 in 10 000 Seelen.

New-York hat weniger als die Hälfte des Betrags von Wasser per Kopf welches Washington geniesst, und dennoch

ist die Zahl der Todesfälle von Typhoid in New-York nur die Hälfte derer in Washington.

Von 1841 bis 1850 starben in London jährlich aus 10 000 Personen 9,8 an Typhoid. Man fing dann an, das Wasser zu filtriren, und die Sterblichkeit sank auf 8,7 oder um 14 %. Während der Dekade 1871—1880 wurde sie auf 2,9 heruntergebracht, von 1881—1890 auf 1,9 und während der letzten fünf Jahre auf 1,4. Daher ist die Sterblichkeit im Ganzen, durch Filtration und Verlegung der Pumpwerke in höhere Theile des Themse-Thals um 86 %, seit 1850, vermindert worden.

In München, Wien und Berlin ist jetzt die Sterblichkeit an Typhoid sehr gering, wie die folgenden Vergleiche mit den amerikanischen Städten zeigen.

	1890	1891	1892	1893
München	0,8	0,7	0,3	1,5
Berlin	0,9	0,1	0,8	0,9
Wien	0,9	0,6	0,8	0,7
Chicago	9,2	15,4	10,6	4,5
Pittsburgh	—	10,0	10,0	11,1
Louisville	8,8	8,1	8,1	8,4

Wien erhält sein Wasser aus dem Gebirg, der Schneeburg, vermittelst einer fünfzig Meilen langen Leitung oder Kunst. Bis zum Jahr 1874 hatte es nur Brunnenwasser von unreiner Art, und seine Todesliste an Typhoid war von 10 bis 39 aus 10 000 Köpfen.

Berlin pumpt sein Wasser aus dem Spreefluss und Tegel-See. Es wird alles durch Sand filtrirt.

München hatte von 1854 bis 1859 eine typhoide Sterblichkeit von 24 per 10 000. In 1860 wurden die Sessgruben cementirt, und die Sterblichkeit fiel auf 16,80. Von 1860 bis 1869 wurde eine gute Kanalisirung eingeführt, und die Sterblichkeit an Typhoid fiel auf 1,75.

In Stockholm war die typhoide Mortalität vor Einführung der Sielen 5,1 in 10 000. Mit der Verlängerung der Sielen nahm die typhoide Mortalität stetig ab, bis im Jahr 1887, als die Sielen 65 709 Meter lang waren, die Sterblichkeit nur 1,7 betrug.

Breslau vor seiner Kanalisirung hatte 15,2 Tode an Typhoid aus jeden 10 000. Zehn Jahre nachdem man angefangen hatte, gute Sielen zu konstruiren, war die Sterblichkeit auf 5,5 gefallen.

Aus vielen Vergleichen der allgemeinen Sterblichkeit mit der

besonderen durch Typhoid geht hervor, dass man aus der letzteren einen richtigen Schluss auf den allgemeinen Gesundheitszustand einer Stadt ziehen kann, ohne die übrigen Einzelheiten zu kennen.

Indirecte Gefahren unreinen Wassers. Wir haben bereits erwähnt, dass schädliche Bacterien auch auf Umwegen in den Körper gelangen und Krankheit verursachen können. Durch solche Ereignisse könnte dann Trinkwasser ganz ungerechtfertigter Weise angeklagt und als Krankheitsträger betrachtet werden. Das gefährlichste Ausbreitungsmittel ist unzweifelhaft in Städten die Milch, nicht nur weil sie so häufig mit Wasser verdünnt wird, sondern auch weil sie nicht selten in den Verkaufsläden selbst mit Bacterien inficirt wird. Eine Epidemie von Diphteritis in London, welche nur durch Milch verbreitet worden war, gab die erste Nachricht über diese mögliche Krankheitsquelle, und seitdem sind viele Epidemieen, namentlich von Typhoid, als durch Milch verbreitet erkannt worden. Die jüngste und sehr heftige Epidemie derart herrschte in Stamford, Connecticut, Nord-Amerika. Rahm ist auch angeklagt als Verbreiter von Scharlach-Fieber, dann Butter. Einige haben auch Früchte und Salat als Träger von Bacterien in Anklage versetzt, was wohl in epidemischen Zeiten begründet sein mag. Sodann sind in Amerika die Mollusken, welche Clam-Muscheln heissen, auch in Verdacht gekommen, man hat die Anklage aber erst näher beachtet, nachdem in einigen Fällen Austern als Träger der Typhoidbacterien erkannt worden waren.

Gefahren durch Milch. Neben Typhoid und Diphteritis ist auch Cholera durch Milch übertragen worden z. B. in einem Schiff. Von 24 Matrosen tranken zehn die infizirte Milch, und diese wurden alle zehn von Cholera ergriffen. Von den 14, welche keine Milch getrunken hatten, erkrankte nur einer an Cholera, die übrigen 13 blieben gesund. Die Milch war von einem Mann an Bord geliefert worden, welcher die Wäsche der Matrosen besorgte und selbst wusch. Er hatte der Milch ein Viertel ihres Volumens an Wasser zugesetzt, das aus einem Behälter genommen war, der vorher Cholera in der Nachbarschaft verbreitet hatte.

Gefahren durch Diphteritis, welche Milch infizirt hatte, sind durch mehr als elf notorische Epidemieen bewiesen. In zwei Fällen, der Epidemie zu Hendon und der zu Cardiff wird angenommen, dass die Milch auf dem Bauerngut durch infizirtes Brunnen-

wasser verunreinigt worden sei. Die Epidemie zu Cardiff wurde durch Schliessen des Brunnens bekämpft, und wie berichtet wird, beendigt.

Mehr als 53 Epidemieen durch Milch verbreitet sind bekannt, und in neun aus diesen war die Infektion durch Wasser in die Milch eingeführt. In Springfield in Massachussetts, einer Stadt von 47 000 Bewohnern, brach in 1892 eine Epidemie von Typhoid aus, an welcher 150 Personen erkrankten, von welchen 25 starben. Von diesen 150 hatten 101 sicher Milch aus einem Milchverkaufsladen genossen; weitere 135 Personen haben wahrscheinlich etwas von der Milch genossen. Die Untersuchung stellte heraus, dass die von mehreren Bauernhöfen gesammelte Milch auf einem derselben in die gewöhnlichen Transportgefässe eingeschlossen, mit Holzspunden verschlossen, in eine Cysterne eingetaucht abgekühlt wurde; die Cysterne enthielt infizirtes Wasser mit Colonbacillen, und da 4 von 9 Spunden nicht schlossen, war infizirtes Wasser in die Milch eingedrungen; das Wasser war durch Ausleerungen infizirt, welche von einem Fall von Typhoid herrührten, der zur Zeit im Bauernhaus ablief. Einige bestimmtere Fälle von Vertheilung von typhösen Bacillen, welche durch Wasser in Milch kamen, sind die von Warwickshin in 1883, Groningen in 1885, Shoreham in 1886, Minnegue in 1887, Leeds in 1892, Brixton in 1894 und Süd-Lambeth in 1894.

Uebertragung des Abdominal-Typhus (Typhoids) **durch Austern.** An vielen Seeküsten werden Austern zunächst aus der Tiefe gefischt und dann in besonderen Becken längere oder kürzere Zeit aufbewahrt, theils um zu wachsen, theils um fetter, d. h. gemästet zu werden, theils um sie von Kupfer und schlechtem Geschmack zu befreien. Bei dem Aufenthalt in den Lagern, die Eigenthümern gehören, sind sie hier und da der Berührung mit Sielenwasser ausgesetzt, welches möglicherweise mit typhoiden Bacterien gemischt sein kann. Diese Bacterien können in Seewasser und Austern längere Zeit leben und dann mit der Auster gegessen, das Typhoid im menschlichen Leib hervorrufen.

Diese Uebertragung von Typhoid-Bacillen durch Austern auf gesunde Menschen ist zuerst von Dr. W. H. Conn an der Wesleyischen Universität in den Vereinigten Staaten im Dezember 1894 nachgewiesen worden. Im Herbst 1894 war eine Epidemie von Typhoid an der Universität ausgebrochen, an welcher zwischen dem 20. Oktober und 9. November 26 Personen erkrankten. Von diesen

waren 23 sehr markierte Fälle, dreizehn darunter waren lebensgefährlich erkrankt und vier starben. Alle Erkrankten waren Studirende an der Wesleyischen Universität. 21 gehörten dreien der sieben Collegien-Verbände an. Die Ergriffenen bildeten ein Viertel der Bewohner der drei Collegiengebäude. Man suchte nun nach einem Ereigniss, welches innerhalb der Inkubationszeit, sage vierzehn Tage vor dem ersten erklärten Fall, die allen Fällen gemeinsame Gelegenheit zur Infektion gegeben haben könnte. Es fand sich, dass am 12. Oktober, acht Tage vor dem Auftreten des ersten Falles alle Brüderschaften, jede für sich allein, ihre jährliche Anfangsfeier gehalten und nachher ein Abendessen eingenommen hatten. Alle Speisen, welche dieselben genossen hatten, kamen von verschiedenen Lieferanten her, mit einziger Ausnahme der Austern, welche für die drei betroffenen Brüderschaften von einem und demselben Austernhändler geliefert worden waren, während die Mitglieder der vier übrigen Brüderschaften keine Austern aus dieser Quelle gegessen hatten. Die Austern waren roh gegessen worden. Von drei Personen, die an Typhoid erkrankten, ohne Mitglieder der Brüderschaften zu sein, hatten zwei Austern aus diesem Lager gegessen. Von 24 Alumnen, welche dem Abendessen beiwohnten, litten zwei darauf an Typhoid, und von fünf Studirenden der Yale-Universität, die ebenfalls gegenwärtig waren, wurden zwei vier Wochen später von Typhoid ergriffen. Somit blieb der Verdacht auf den Austern befestigt. Diese Mollusken waren bei Long-Island gewachsen, und in einem engen Meerbusen (Creek) aufgefrischt worden, in dem sich nur 300 Fuss entfernt der Ausfluss der Privat-Siele eines Hauses befand, in welchem zwei Personen an Typhoid erkrankt darnieder lagen. Es war somit für 25 aus den 26 Erkrankten bewiesen, dass sie alle Austern gegessen hatten und dass nur Personen, welche sie gegessen hatten erkrankten; dass diese Austern die einzige Speise waren, von der alle Erkrankten gegessen hatten; dass die Austern auf einem Lager gemästet worden waren, welches der Infection durch typhoide Ausscheidungen ausgesetzt war. Es wurde nun später gezeigt, dass die typhoiden Bacillen sowohl in Seewasser als in Austern längere Zeit, wenigstens 8 Tage lang, leben können, wenn sie dem Wasser zugesetzt werden; dass einige davon in das Austernwasser innerhalb der Schaale übergehen und darin unter steter Verminderung bis zu 30 Tagen aushalten können; sie leben demnach innerhalb der Austern länger als im

freien Wasser. Darüber sind jetzt natülich schon zahlreiche Laboratoriums-Experimente von mehr oder weniger Bedeutung gemacht worden, die aber zu weiter nichts führten. Auch viele Fälle von Enteritis und Durchfall und andern Zufälligkeiten, welche dem Genuss von Austern gefolgt sein sollen, sind ganz unverbürgt. Schon bedeutender ist der Fall von l'Hérault (Febr. 1896). Ein Korb Austern aus Cette war von 14 Personen roh verzehrt worden, welche alle darauf erkrankten, acht an leichtem Durchfall, Erbrechen und Uebelbefinden, vier an dyssenterischer putrider Aphodeusis und zwei an heftigem Typhoid. Andere Bewohner desselben Hauses, welche keine Austern gegessen hatten, blieben gesund.

In Brighton, der Seestadt in Sussex, erkrankten während der drei Jahre von 1893—1896 181 Personen an Typhoid; von diesen klagten 56 oder etwa 31 % Schaalthiere als Ursache an; 36 Fälle wurden auf Austern, 20 auf andere Schaalthiere, z. B. Miessmuscheln, bezogen. Es stellte sich heraus, dass beinahe alle angeklagten Schaalthiere aus einer Lokalität herrührten, wo sie zwischen Ebbe und Fluth im Schlamm gelegen hatten, und mit dem Inhalt von Sielen, die sich in der Nachbarschaft ausleerten, in Berührung gekommen sein mussten.

Die Angabe, dass Cholera auf ähnliche Weise in England in 1893 etwas verbreitet worden sei, ist nicht genügend bewiesen. Die Städte Grimsby, wo so viele Fische ans Land gebracht werden, und Cleethorpes, Seebadeplätze am Ausfluss des Humber, liegen an der Spitze eines Dreiecks, welches 34 aus den 56 Stellen einschliesst, wo die Cholera damals auftrat. Von diesen zwei Städtchen aus wurden wöchentlich 400 000 Austern vertheilt, und während der zwei Monate, dass dort Cholera vorkam, besuchten 235 000 sogenannte Exkursionisten diese Städte und Nachbarschaft.

Nachdem diese Nachrichten den seither sehr hohen Preis und die Verzehrung von Austern sehr vermindert haben, wird jetzt angegeben, dass Bacillen in Austern nicht über 48 Stunden am Leben bleiben; wenn gewaltsam eingeführt, also eingespritzt, sind sehr viele nach 6, die meisten nach 24, alle nach 48 Stunden verschwunden. Jedenfalls kann die Gefahr, die Cholera sowohl als das Typhoid durch Austern einzunehmen, jetzt wohl vollständig verhütet werden.

Vierter Brief.

Inhalt:

Methoden der Untersuchung des Wassers auf Bacterien und der Reinigung des Wassers. — Reinigung des Trink- und Gebrauchswassers. — Mikroskopische Untersuchung des Wassers: Bacterien-Züchtung. — Chemische Untersuchung des Wassers. — Anwendung der Reinigung im Grossen. — Regenwasser und natürliche Filtration. — Fäulniss als Vorbereitung der Nitrifikation. — Einfluss von Kälte, Wärme und Licht auf Bacterien. — Spezielle Betrachtung der Prinzipien der Filtration im Grossen. — Modifikationen und Resultate der Filtration in mehreren Städten. — Filter-Gallerieen, Sedimentärteiche, und spezielle Filter für Manufacturen. — Vorsichtsmassregeln, welche bei Experimenten über Filtration zu beobachten sind. — Kleine Hausfilter, Spezial- und tragbare Filter. — Anwendung der Electrizität zur Reinigung von Wasser. — Vegetabilische und thierisch vitalistische Verunreinigungen des Wassers.

Reinigung des Trink- und Gebrauchswassers. Es ist nach dem Obigen und nach aller übrigen Wissenschaft unzweifelhaft, dass eine grosse Zahl von definitiven Krankheiten und weniger bestimmten Leiden durch Trinkwasser in den Körper gebracht werden. Es ist daher gewiss, dass jedes geordnete Gemeinwesen, sowie jeder einzelne Bürger, der dazu im Stande ist, die höchste Sorgfalt auf die Beschaffung und Erhaltung seines Trinkwassers zu verwenden hat. Im Fall es aber nicht möglich, oder nicht practisch thunlich ist, natürlich reines Wasser zu beschaffen, muss das anwendbare Wasser gereinigt werden. Dazu stehen drei Prozesse zur Verfügung: Absitzenlassen, oder Sedimentirung, Fällung durch chemische Reaction, und Filtration. Der erste und letzte Process entfernen nur schwebende Materien, die also ungelöst sind, während die chemische Fällung auch gelöste Materien einschliesst und das Gefällte beinahe alle suspendirte Materie mit niederreisst. Die chemische Fällung wird bis jetzt nur auf kalkhaltige Wasser angewandt, und hat dann den Vortheil, dieselben weich, d. h. kalkfrei zu machen.

Um nun den Grad und die Art der Verunreinigung eines Wassers kennen zu lernen, ist es nöthig, dasselbe physikalisch und chemisch zu untersuchen und soweit möglich die Natur der Beimischungen festzustellen. Auch die Herkunft des Wassers ist sorgsam zu beachten, weil daraus allein schon eine bestimmte Wahrscheinlichkeit hervorgeht. Z. B. Wasser aus tiefen Brunnen in der Kreide sind immer rein und enthalten sehr wenige Bacterien unschädlicher Art. Wenn solches Wasser je unrein wird, so ist die Unreinigkeit von Oben eingedrungen, und nicht mit dem Wasser aus dem Kreidefelsen. Dasselbe ist der Fall mit Wasser aus rothem Sandstein, aus Jura-Schichten, aus vielerlei porösem Urgestein und aus vulkanischem Gestein. Wasser aus Flüssen ist stets mehr oder weniger unrein und gefährlich, namentlich zu Regenzeiten. Wasser aus oberflächlichen Erdschichten, aus sogenannten Hochbrunnen (engl. shallow wells) sind in bewohnten Distrikten stets gefährlich. Tiefbrunnen sind daher von jeher den Hochbrunnen vorgezogen worden. Das Grundwasser, dem man in Thalebenen bei mehr oder weniger Tiefe begegnet, ist, wenn fern von bewohnten Plätzen, stets rein für den Gebrauch. Daher können folgende Arten von Wasser meist ohne irgend welche Vorbereitung dem Gebrauch übergeben werden, wenn sie aus der Erde kommen, und die Temperatur der Erde, d. h. die mittlere Temperatur der Breite des Orts besitzen: Wasser lebendiger, d. h. fliessender oder sprudelnder Quellen; Wasser aus Grundwasserschächten, deren Seiten beschützt sind; Tiefbrunnen und Hochbrunnen aus zweifellos reinen Bodenschichten oder Sediment-Formationen.

Allein Wasser, welche auf Oberflächen gesammelt sind, mögen diese auch ganz unbewohnt sein, Wasser aus Flüssen und Bächen und aus Hochbrunnen in bewohnten Plätzen müssen alle gereinigt werden, ehe sie ohne Gefahr zum Trinken gebraucht werden können. Die Reinigung geschieht dann meist durch Filtration; in Amerika werden aber jetzt an vielen Stellen grosse Mengen Wasser durch Erhitzen auf 80° Celsius sterilisirt und dann durch Absitzenlassen gereinigt. Die Filtrirung kann von zweierlei Art sein, nämlich einfach mechanisch, oder mechanisch-chemisch: die letztere wirkt durch den Sauerstoff der Luft, der im mechanischen Prozess sehr wenig thätig ist, der oxydirende Prozess wird z. B. in Sachsen auf Wasser angewendet, das viel gelöste Unreinigkeit enthält: er ist dem Prozess analog, von dem wir unten sehen werden,

dass er sowohl suspendirte als gelöste Materie vollständig zerstört, und könnte daher in vielen Fällen der mechanischen Filtration vorhergehen.

Mikroskopische Untersuchung des Wassers[1]. Um Wasser mikroskopisch zu untersuchen, hat man seither ein gewisses Volum Wasser des suspendirten Materials absitzen lassen und dann das Sediment untersucht. Diese Art litt an zwei Uebelständen: erstens war viel Zeit zum Absetzen erforderlich, sodann setzte sich leichte Materie, wie Bacillen, wegen der unvermeidlichen Wärmeströmungen nur schwer oder gar nicht ab. Diese Uebelstände hat das Mikrofilter des Herrn Dibdin beseitigt. Ein Liter des zu untersuchenden Wassers wird zunächst durch sogenanntes gehärtetes Filtrirpapier fliessen gelassen, wobei man sich eines selbstwirkenden Apparates, der sogenannten Vogel-Käfigs-Quelle von Bischof bedient. Das auf dem Filtrum gesammelte Material wird dann weiter in das Mikrofilter, eine unten dünn ausgezogene Glasröhre gespült, und durch das nur ein Millimeter Durchmesser weite kleine Filter aus gebranntem Kieselguhr und Thon weiter filtrirt, zuletzt mit höherem Druck. Am Ende hat man das ganze suspendirte Material eines Liters in einem wenige Cubik-Millimeter messenden Volum, und kann dasselbe unter das Mikroskop bringen. Bei einigermassen trübem Wasser kann man den Absatz aus einem Trinkglas voll Wasser untersuchen und nicht selten schädliche Bacterien antreffen. Die so gesammelten Bacterien etc. können dann gezüchtet, der Zahl nach abgeschätzt, und die übrigen Körper können ihrer Art nach diagnostizirt werden. Diese Reinigung von suspendirtem Material sollte jeder chemischen Analyse vorausgehen.

Chemische Untersuchung des Wassers. Die chemische Analyse besteht meist in der Quantirung oder Mengenschätzung des organischen Kohlenstoffs und Stickstoffs, Elemente, welche in organischer Verbindung enthalten, den Grad dieser Verunreinigung anzeigen. Der unorganische Stickstoff ist meist als Salpetersäure und salpetrige Säure vorhanden. Sodann wird noch Ammoniak bestimmt und ferner die ganze durch Verbrennen zu zerstörende Materie und die zurückbleibende Asche. Häufig auch wird die organische Materie durchOxydation mit Uebermangansäure bestimmt,

1) Cfr. „The microscopical Examination of Water“ by W. J. Dibdin, Chemiker der Munizipalität (County Council) in London. „The Analyst“. Januar. 1896.

und das auf zwei Arten, eine, die nach dem verbrauchten Sauerstoff rechnet, und eine zweite, welche nach dem entwickelten Ammoniak rechnet. Dieses letztere Ammoniak enthält nur einen Theil des im Wasser enthaltenen organichen Stickstoffs und wird albuminoides Ammoniak genannt. Je nach der Menge der Producte nun wird ein Wasser als gut oder schlecht, als mittelmässig oder gefährlich erkannt. Der Schluss ist aber nie ein directer Beweis, sondern nur aus Umständen hergeleitet, etwa wie folgt: Weil ein Wasser viel organische Materie enthält, so ist es wahrscheinlich mit Ausleerungen verunreinigt. Diese Materie selbst und die schädlichen Krankheitsstoffe und Bacillen sind bis jetzt wohl kaum chemisch isolirt oder direct indizirt worden. Einzelne Analysen haben für sich geringeren Werth, aber wenn viele verglichen werden, sind sie äusserst lehrreich. Die durch Kochen erhaltene Menge kohlensauren Kalks gibt eine Art der Härte, die temporäre, an; die Fällung durch Seifelösung eine zweite, die dauernde. Das Chlor zeigt organische Beimischungen oder Salzwasser an; Schwefelsäure den Gyps oder lösliche Alkalien. Die sogenannten Kulturplatten mit Nährgelatine zeigen die Zahl der Bacterien durch sogenannte Kolonien an. Man kann es nicht als unmöglich bezeichnen, dass die spezifische Krankheitsbacillen derart im Wasser nachgewiesen werden könnten; in der That wird angegeben, der Bacillus des Typhoids sei einmal direct im Wasser gefunden worden. Allein hier ist immer noch Verwechslung mit dem Bacillus des Colons oder Dickdarms möglich, der nicht spezifisch krank macht. Der Umstand, dass der Bacillus des Typhoids nie oder so selten gefunden wird, ist leicht erklärt dadurch, dass seine Gegenwart erst Wochen nach seinem Auftreten zur Erscheinung kommt; und ferner, dass die untersuchten Mengen Wasser so verschwindend klein sind im Vergleich zu der ganzen Menge Wassers, welches die zeitweilige Pollution enthält.

Die physikalische, chemische und bacteriologische Untersuchung des Wassers haben daher ungefähr gleichen Werth; um von Nutzen zu sein, müssen sie aber schnell ausgeführt werden; daher hat die bacteriologische Methode den geringsten Werth unter gewissen Umständen, wenn nämlich ein schnelles Resultat erfordert wird; ihre Methoden kommen meist zu spät, 3 oder 4 Tage nachdem das befragte Wasser meist schon verbraucht ist. Zum directen Schutz ist sie daher meist werthlos, allein zum Urtheil über Zustände oder

Processe, z. B. der Wirkung gewisser Filtrationsprocesse ist sie ausgezeichnet. Die mikroscopische Analyse mittelst des Mikrofilters gibt die schnellsten Resultate, dann kommt die chemische Analyse; der unorganische Stickstoff erfordert wieder mehr Zeit; das albuminoide Ammoniak am wenigsten, und letztere Reaction wird daher von Chemikern mit Vorliebe für schnelle vorläufige Resultate ausgeübt.

Anwendung der Reinigung im Grossen. Die Gegenwart in Wasser vieler gemeiner Bacterien und organischer gelöster Materien befördert das Leben der Krankheit verursachenden; z. B. der weitverbreitete Proteus vulgaris begleitet sehr häufig in Massen die Cholera- und Typhoid-Algen. Daher ist die Reinigung des Wassers auch eine indirecte hygieinische Verhütungsmassregel. Sie ist aber ein viel stärkeres directes Verhütungsmittel, wie sich aus einem Vergleich der Sterblichkeit an Typhoid in vielen Städten Europas und Amerikas ergiebt. Die folgende Liste ist von John W. Hill aufgestelt worden[1]).

Stadt	Sterblichkeit an Typhoid 1890 bis 1894 in 100 000 jährlich.	Art der Wasserversorgung.
Der Haag	4,9	Filtrirt von Sand-Dünen.
Rotterdam	5,2	Filtrirt aus der Maass (Fluss).
Christiania	6,8	
Dresden	6,9	Filtrir-Gallerie am Elbefluss.
Wien	7,0	Quellen in der Schneeburg.
München	7,1	Quellen im Mangfall-Thal.
Kopenhagen	7,9	
Berlin	8,0	Filtrirtes Wasser vom Tegel-See u. der Spree.
Breslau	11,6	Filtrirt aus der Oder.
Amsterdam	13,9	Filtrirt aus den Harlemer Dünen.
Stockholm	14,4	
Brisbane	14,3	
London	14,6	Filtrirt aus Themse und Lea. Brunnen und Kreidefelsen.
Edinburgh	15,8	Filtrirt vom Reservoir in Pentland-Hügeln.
Triest	17,0	
Brooklyn	19,0	Geleitet aus tiefen Brunnen.
New-York	20,4	Geleitet aus den Flüssen Croton und Bronx.

1) „Albany Medical Annals". Vol. XVIII. Nr. 3 und 4. March and April. 1897. p. 142.

Stadt	Sterblichkeit an Typhoid 1890 bis 1894 in 100,000 jährlich	Art der Wasserversorgung.
Davenport Ia.	21,4	Filtrirt aus dem Mississippi.
Neu-Orleans	21,4	Regenwasser aus Teichen und Cysternen.
Sydney	21,6	Geleitet vom Oberen Nepeau-Fluss.
Hamburg	21,8	Elbe, unfiltrirt (seit Mai 1893 filtrirt).
Budapest	22,4	Grundwasser aus Brunnen.
Glasgow	22,8	Loch Katrine.
Brüssel	26,2	
Paris	26,4	Seine- und Marne-Flüsse, Vanne und Ourcq-Canal, tiefe Brunnen.
Manchester	27,6	Thirlmere (See), Gebirgs-Oberflächen-Wasser.
Venedig	30,2	Regenwasser von Cysternen.
Milwaukee	32,0	See Michigan.
Rome	32,2	Fontanadi Trevi, Acqua Felice und Paoli.
Boston	32,6	See Cochituate und Fluss Sudbury.
Detroit	33,8	Fluss Detroit.
Dayton	36,0	Diven-Quellen.
Turin	36,8	
Liverpool	37,0	See Vyrnevy.
Buffalo	39,2	Fluss Niagara.
Providence	39,2	Fluss Pawtuxet.
Covington	39,4	Fluss Ohio.
San Francisko	40,2	
Prag	43,2	
Minneapolis	45,4	Fluss Mississipi.
Baltimore	45,8	See Roland und Fluss Gunpowder.
Newark	45,8	Geleitet vom Fluss Pequannock seit April 1892.
St. Louis	47,0	Fluss Mississippi.
Newport Ky.	47,5	Fluss Ohio.
Philadelphia	48,2	Flüsse Delaware und Schuylkill.
Denver	48,3	Fluss South-Platte.
Cleveland	49,2	See Erie.
St. Petersburg	52,3	Filtrirt aus Fluss Neva.
Cincinnati	52,4	Fluss Ohio.
Moskau	57,0	Quellen, Teiche, Flüsse Moskov und Yanzi.
Toronto	57,8	See Ontario.
Quincey Ill.	58,0	Filtrirt aus dem Mississippi.

Stadt.	Sterblichkeit an Typhoid 1890 bis 1894 in 100,000 jährlich.	Art der Wasserversorgung.
Dublin	58,8	Filtrirt aus dem Fluss Vantry.
Knoxville	61,9	Filtrirt aus dem Tennessee-Fluss.
Mailand	62,0	
Jersey-City	75,0	Fluss Passaic.
Washington	76,6	Fluss Potomak.
Louisville	79,4	Fluss Ohio.
Chattanooga	80,0	Fluss Tennesse.
Chicago	84,0	See Michigan.
Pittsburg	91,7	Fluss Alleghany.
Lowell	92,4	Tiefe Brunnen und Fluss Merrimac.
Atlanta	92,8	Filtrirt aus den Chatahootchee-Fluss.
Lawrence	96,2	Natürlich filtrirt aus dem Merrimac seit 1893.
Alexandria	162,4	Fluss Nil.
Cairo	189,4	Fluss Nil.

Zu vorstehender Liste muss bemerkt werden, dass in Davenport die Sterblichkeit in 1895 auf 26 stieg. In Hamburg dagegen fiel mit Einführung der Filtration im Mai 1893 die Sterblichkeit an Typhoid von 21,8 auf 6. In Knoxville fiel sie in 1895 durch (fehlerhafte) Filtration von 61,9 auf 59; in Chattanooga in 1895 von 80 auf 48, in Atlanta in 1895 von 92,8 auf 43, in Lawrence im selben Jahre von 96,2 auf 48. Von diesen 48 Fällen waren die meisten auf das Trinken unreinen nicht filtrirten Wassers aus einem schmutzigen Kanal zurückzuführen.

Regenwasser und natürliche Filtration. Das in der Natur als Regen niederfallende Wasser bedarf keiner Reinigung, und obwohl es etwas salpetrigsaures Ammoniak und etwas Kohlensäure enthält, ist es doch zu jedem Gebrauch geeignet. Es ist namentlich von Mineralsubstanzen frei, und daher weich, und desshalb zum menschlichen Gebrauch jedem anderen Wasser vorzuziehen. Wenn es jedoch zur Erde fällt, wird es zunächst durch den Staub der Luft, und dann durch die Erde verunreinigt; in diesem Zustand fliesst es entweder ab, oder sinkt in die Erde ein. Die abfliessenden Oberflächenwasser sind äusserst unrein und bedürfen langer Zeit und Ruhe, um wieder klar zu werden. Nach einem Sprichwort ist kein Fluss lang genug, um das darin enthaltene Wasser zu reinigen. Daher ist alles Flusswasser zum menschlichen Gebrauch von

vornherein ganz ungeeignet. Wenn Regenwasser in den Boden oder Humus eindringt, so wird es zunächst von dem Luftstaub gereinigt, aber sogleich durch organische Materien auf und in der Erde, dem sogenannten Boden oder Humus, welcher auch den Namen Land- oder Ackerkrume führt, verunreinigt. Von diesen Materien bleiben nun viele im Untergrund zurück, da sie von einer eignen Kraft der Erde festgehalten werden. Diese Kraft ist in der von thierischen Theilen bereiteten Kohle am stärksten entwickelt, wohnt aber jeder Art Kohle mit mehr oder weniger Energie ein und gehört dem Boden wahrscheinlich hauptsächlich wegen dessen reichem Gehalt an jenen dunkel gefärbten Zersetzungsproducten vegetabilischer Substanzen an, die den Humus konstituiren, und sehr kohlenstoffreich sind. Aber auch reiner Sand, und andere klein zertheilte erdige Substanzen und zerkrümelte oder zerstäubte Felsen besitzen diese Eigenschaft in gewissem Grade, so dass Quarzsand z. B. eine gewisse Menge von Mistjauche geruch- und farblos zu machen im Stande ist, wie der berühmte Chemiker Döbereiner, der Erfinder der Zündmaschine zuerst entdeckte. Hat das Wasser nun diese Humusschichte durchdrungen, und kommt es auf poröse Felsen, wie Kreide, Sandstein, Kalkstein, Granit, Basalt, die letzten im zersetzten Zustand, so sinkt es in dieselben ein, im Schiefergebirge, der Grauwacke geht es durch die feinen Spältchen und wird auf diese Weise mechanisch von allen suspendirten Materien gereinigt. Es sinkt in den Schichten, bis es auf undurchgängige Schichten trifft, die namentlich aus Thon bestehen, wie er in vielen Formationen vorkommt. Die jurassischen und Kreide-Gebirg-Thonlagen (engl. Gault) sind derart, und das in die über ihre geschichteten Felsen eingedrungene Wasser muss daher an ihrem Fusse über den Thonschichten, oder andern undurchgängigen Felsenlagern austreten. Auf diese Weise bilden sich die Quellen am Fusse der Gebirge, welche artesische genannt werden. Die Wasser derselben sind also durch natürliche Filtration oder Perkolation gereinigt.

Fäulniss als Vorbereitung der Nitrifikation. Unlösliche organische Materien in Gegenwart von einer genügenden Menge Wasser werden namentlich mit Hülfe der Wärme zunächst von Fäulnissbacterien angegriffen und löslich gemacht. Die Producte der Fäulniss sind meist alkalischer Natur, und diese Beschaffenheit ist den folgenden Processen günstig, oder für ihren Ablauf erforderlich. Die löslich gemachten und auf Oberflächen in Gegenwart von Sauerstoff

der Luft verbreiteten Materien werden nun von oxydirenden Bacterien ergriffen, welche namentlich das Ammoniak in salpetrige Säure verwandlen, und dazu der Gegenwart alkalischer Substanzen, des Natrons, Kalis oder Kalks bedürfen. In Zuständen von saurer Reaction der Oberflächen findet keine Oxydation zu salpetriger Säure statt. Die zu salpetriger Säure oxydirende Bacterie, welche wir Nitrosotrop nennen wollen, sind in schleimige Massen eingebettet, welche fälschlich als Zooglöa, richtig als Phytoglöa beschrieben werden; sie überziehen die porösen mechanischen Massen als eine Art von dünnem Firniss. Sie bedürfen der Feuchtigkeit, Dunkelkeit und der Luft, um zu wirken, und nach der Analogie mit anderen Mikrophyten können wir annehmen, dass die Verwandlung im Parenchym ihrer Zellen vorgeht, wohin sie Ammoniak, Salz und Sauerstoff einführen, um dann salpetrigsaure Salze auszuführen. Diese salpetrigsauren Salze werden nun von analogen Mikrophyten, die wir Nitrotrope nennen wollen, ergriffen und durch weiteren Zutritt von Sauerstoff in salpetersaure Salze, also in Natron, Kali oder Kalksalpeter verwandelt. Im Sonnenlicht, auch im Wasser, findet diese Oxydation nicht Statt; das wärmelose Licht scheint diesen nitrotropischen sowohl als nitrosotropischen Algen tödtlich zu sein. Beide Salze sind nun zum Eintritt in lebende Pflanzen geeignet; in diesen werden sie mit Kohlenstoffverbindungen, namentlich Kohlensäure in Berührung gebracht, und mit derselben vereinigt bilden sie die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanze. Hierbei wird der Sauerstoff unter dem Einfluss des Sonnenlichts wieder abgeschieden und als solcher im freien Zustand, d. h. als Gas wieder ausgehaucht. Der Sauerstoff ist den Fäulnissorganismen ebenso antagonistisch, wie das Licht den beiden Klassen von stickstoffsäuernden oder salpeterbildenden Organismen. Die sogenannte reduzirende, d. h. Sauerstoff abscheidende Wirkung des Lichts auf die höhere Pflanze ist besser erklärlich als die Handlung der Mikrophyten; die Fäulnissbacterien scheuen das Licht wenig, vielleicht wegen der Opazität oder Undurchsichtigkeit der sie haltenden Flüssigkeiten; allein sie werden vom Sauerstoff gelähmt, demselben Element, welches den nitrirenden Mikrophyten ihre volle Energie verleiht.

Wir dürfen die Einzelheiten dieser merkwürdigen und in der Natur unumgänglichen Processe im Kreis des organischen Lebens hier nicht weiter verfolgen und müssen uns mit der Darstellung

ihrer Resultate begnügen. Wenn das Wasser seine Fäulnissproducte an die nitrotropen Mikrophyten, und diese ihre Oxydationsproducte an Erde abgegeben haben, sinkt das reine Wasser in die Tiefe und kann nun als Quelle an geeigneten Plätzen erscheinen. Auf diese Weise bleibt viel Wasser sehr lange Zeit im Innern der Erde, und wird dadurch von allen Beimischungen gereinigt. In den Kalkfelsen der Downs in Süd-England dringt das Wasser so langsam durch, dass es erst nach etwa sechs Monaten an deren Fuss wieder erscheint. Es ist dann freilich stark kalkhaltig, aber in allen andern Beziehungen von grösster Reinheit. Auf diesen Kalkgebirgen grade lässt sich der Weg, den das Wasser nimmt, ziemlich genau verfolgen, da beinahe aller Regen, der auf ihre Oberfläche fällt, aufgesogen wird, und was nicht schnell verdampft, in ihre Tiefe dringt.

Daher muss Wasser zur Reinigung nicht nur mechanisch filtrirt werden, sondern auch während des Perkolirens mit viel Luft in Berührung sein. Wasser in Masse wird durch die darin enthaltene Luft, respective den Sauerstoff derselben nur wenig von organischer Materie gereinigt; wir werden unten zeigen, dass diess auch für stark verunreinigtes d. h. Kanal-Wasser gilt. Das Wasser des Niagara-Flusses ist ebenso unrein am Fuss des Falls und der Rapids als oberhalb derselben, und die jedenfalls heftige Lüftung ist ohne Einfluss. Um einen solchen Einfluss zu konstatiren, muss so viel Zeit vergehen, dass das Wasser viele Dutzende von Meilen in der Luft geflossen sein muss, auf welchem Wege sich dann viele Processe vereinigen können, um die organische Materie zugleich mit dem Sauerstoff zu vermindern. Dieser geringe directe Einfluss der Luft auf Wasser ist daher für seine Reinigung practisch nicht anwendbar. Diess wird durch folgendes Ereigniss auffallend bewiesen.

Das Städtchen Newburyport, Mass. N.A., hatte im Januar 1893 nicht genug reines Wasser und pumpte Flusswasser direct aus dem Merrimak. Die Stadt wurde sogleich von der Staats-Gesundheits-Kommission von Massachussets gewarnt abzulassen, da in dem 26 Meilen oberhalb Newburyport auch am Merrimak gelegenen Städtchen Lowell eine Epidemie von Typhoid herrschte und die Abwasser alle in den Fluss gingen. Die Warnung blieb aber unbeachtet, und am Ende des Januar war die Zahl der Typhoidfälle (Todesfälle!) von der gewöhnlichen Zahl 1 auf die Zahl 34 gestiegen. Hier also hatte ein Lauf von 26 Meilen das Wasser von den Typhoid-Mikrozymen nicht befreit, und das lange Verweilen in unreinem

Wasser hatte ihre krankmachende Kraft und ihre Fortpflanzungsfähigkeit nicht vermindert[1]).

Einfluss von Kälte, Wärme und Licht auf Bacterien. Kälte hindert die Vermehrung der Bacterien, tödtet sie aber nicht leicht. In beinahe jedem fliessenden oder der Luft ausgesetzten Wasser sind die Bacterien im Winter viel zahlreicher als im Sommer, weil sie zu letzter Jahreszeit von der Sonne zerstört werden. Man hat verschiedene Bacterien Kältegraden vom Gefrierpunkt des Wassers bis zu — 10° C. unterworfen und dabei nur eine sehr unbeträchtliche Tödtung beobachtet. Namentlich hat der Bacillus des Abdominaltyphus die härteste Probe ausgehalten; erst nachdem er während drei Tagen täglich einmal gefroren und wieder aufgethaut worden war, zeigte sich sein Leben erloschen. Ebenso ist irgend ein in der Natur vorkommender Wärmegrad, vom Licht abgesehen, ohne besondern Einfluss auf die bei Blutwärme am besten vegetirenden Mikrophyten. Directes Sonnenlicht zerstört den Typhoid-Bacillus in zwei Stunden, in acht Fuss tiefem Wasser noch in fünf Stunden. Alle anderen Bacillen des Wassers werden durch directe Insolation sehr vermindert.

Kunst-Methoden zur Beschaffung reinen Wassers. Allgemeines. T. B. Carpenter, Bacteriologe in Buffalo, hat die Arten der Processe und daraus gebildeten Methoden, das Wasser zu reinigen, zu ordnen gesucht und zunächst in zwei Klassen getheilt, nämlich in natürliche und künstliche Processe oder Methoden. Zu den natürlichen rechnet er die Nitrifikation, Perkolation, Oxydation, das Absitzen oder die Sedimentation, den Einfluss von Sonnenlicht, Wärme und Kälte. Zu den künstlichen Mitteln rechnet er Vorgänge, die er etwas unlogischer Weise auch als „natürliche" Methoden beschreibt, und in einer Fussnote erklärt er, dass er diese so genannt habe, weil sie sich natürlichen Methoden näherten. Es sind aber nur natürlichen Verhältnissen nachgeahmte Einrichtungen, die bei näherer Betrachtung ganz künstlich wirken. Sie schliessen ein: dauernde, d. h. ununterbrochene Filtration, Filter-Gallerien (wobei aber von Reinigungs-Methoden keine Rede ist, indem das Wasser nicht als unrein bewiesen war, ehe es in den Wirkungsbereich der Gallerie eintrat, wesshalb solche Gallerien nichts weiter als oberflächliche Brunnen

1) Sedgwick. „Boston Med. and Surg. Journal." März 16. 1863

im Grundwasser und nicht Reinigungs-Apparate sind); unterbrochene oder intermittirende Filtration und Sedimentation. Die anderen künstlichen Methoden werden dann noch in mechanische und chemische unterschieden. Die mechanischen wirken mit und ohne Gerinnung verursachende Stoffe oder Coagulantien; Destillation wirkt sowohl chemisch als mechanisch. Folgen andere chemische Methoden, die meist in Zusätzen bestehen: in der electrolytischen Methode werden Zusätze durch mechanische, oder besser physikalische Kräfte erzeugt. Die Filter für Hausgebrauch oder individuelle Umstände sind alle mechanisch. Die Destillation als Mittel zur Beschaffung reinen Wassers ist früher ein Privileg der Apotheker und Chemiker gewesen. Allein mit steigender Kultur ist diese Methode auf viele Zustände des gemeinen Lebens ausgedehnt worden. In den Gold-Districten West-Australiens sind jetzt viele Tausende von Menschen und Thieren auf destillirtes Wasser angewiesen. Tausende von Schiffen führen Destillir-Apparate für Wasser mit sich; viele Erfindungen sind gemacht worden, um den Geschmack solch destillirten Wassers zu verbessern. In England existiren grosse Fabriken von solchem Wasser, das auch mit Kohlensäure durchdrungen, und als Trinkwasser verkauft wird. Grosse Massen desselben werden nach allen Theilen der Welt versandt, an welchen reines Trinkwasser schwer oder gar nicht zu haben ist. An der regenlosen Küste von Peru existiren jetzt manche Fabriken für die Darstellung solchen Wassers. Die erste derart wurde von einem klugen Manne Namens Hogg eingerichtet. Er kaufte mit geborgtem Geld das Wrack eines an der Küste liegenden Dampfers und destillirte Wasser aus den Dampfkesseln im Wrack selbst, das er alles mit grossem Gewinn verkaufte. Er wurde später durch Salpeter- und Landspeculation ein sehr reicher Mann und starb als Patron der Künste und aller Art von Unternehmungen vor wenigen Jahren.

Die Reinigung durch Fällung wird auf sehr geistreiche Weise in alten vulkanischen Distrikten angewandt, in welchen eisenhaltige kohlensaure Quellen fliessen. Das Wasser wird zunächst durch Agitation von Kohlensäure befreit, worauf die Luft das gefällte Eisenoxydul in Oxyd verwandelt, und dieser jetzt ganz unlösliche etwas gelatinöse Rost fällt nieder und löst das Wasser ganz klar und rein. Die vulkanische Kohlensäure wird aufgefangen und dem Wasser wieder einverleibt. Dieses kohlensaure Wasser wird in

Flaschen verkauft und weithin verschickt. — Ein anderer nach seinem Erfinder Clark benannter Process, nur auf kalkhaltiges, also hartes Wasser anwendbar, gibt ein ganz ausgezeichnet reines und verlässliches Wasser, namentlich wenn dasselbe ursprünglich aus tiefen Brunnen in Kreidefelsen stammte; er besteht in Beimischung von Kalkwasser zu dem Quellwasser, und Absitzenlassen des gefällten kohlensauren Kalks. Auf gewöhnliches kalkhaltiges Flusswasser angewandt gibt er ein besseres Resultat als Filtration, welche indessen mit dem Process leicht verbunden werden kann.

Häusliche Kleinfilter sind in vielen Formen vorhanden. Die besten sind die porösen Steine von Teneriffe, welche das Wasser zugleich kühl halten. Der Art habe ich noch manche in Südeuropa gesehen, sie werden aber täglich seltener. Die künstlichen Hausfilter sind sehr zahlreich, und meist sehr nutzlos, einige sind gefährlich. Natursteine, gebrannte poröse Thonplatten von allerlei Gestalt, Sand, Kohle, Kohle und Thon, Thierkohle, Asbest, Kieselguhr oder Infusorien-Erde, alle diese Materialien haben einen gewissen Anspruch auf Reinigungskraft, sind aber nicht alle sicher namentlich gegen die krank machenden Mikrophyten. Bei ihrer Verwendung in einzelnen Häusern muss grosse Reinlichkeit beobachtet werden, weil sie sonst leicht zu Brut-Anstalten von Bacterien werden. Wo immer möglich, sollte die Reinigung von Wasser im grossen Massstab an Material ausgeführt werden, welches durch seinen Ursprung die Verunreinigung mit Krankheits-Bacterien ausschliesst.

Durch Hitze, d. h. Erwärmen bis zum Kochen, oder auch nur 80° C., kann jedes Wasser vollständig sicher gemacht werden. Diese Vorsicht sollte auf alle verdächtigen, namentlich Flusswasser angewandt werden. Die Chinesen trinken nur gekochtes Wasser als schwaches Thee-Infus, und viele derselben sind desshalb von wassergebrachten Krankheiten frei. Wir versuchen nicht, diesen Gegenstand erschöpfend zu behandeln, und erwähnen desshalb mehrere schwierige Processe nicht. Selbst Electrizität ist zur Reinigung von Wasser und Sielen-Inhalt herangeführt worden und hat ihre Anwälte und Bewunderer, wie wir weiter unten sehen werden.

Spezielle Betrachtung der Prinzipien der Filtration im Grossen. Die Anwendung künstlicher Filtration zur Reinigung grosser Wassermassen ist zuerst im Jahr 1839 zu London, durch den Maschinenbauer Simpson ausgeführt worden. Bis dahin hatte man in London nur aus der Themse direct geschöpftes Wasser durch

Pumpen und Röhren vertheilt und hauptsächlich zum Hausgebrauch verwendet. Das Trinkwasser war eine Spezialität, welche theils aus Pump-, aus Tiefbrunnen in der Kreide, theils aus unbekannten Quellen in Fässer gefüllt und durch Fuhrleute mit Wagen und Esel oder Pony vertheilt wurde. Da trat mit der Cholera in Europa das Verlangen nach reinem Wasser auf, und es wurden die ersten Filter konstruirt. Man ahmte also, so gut es gehen konnte, natürliche Verhältnisse nach und erhielt sehr gute Erfolge. Von Zeit zu Zeit erzwang die fortschreitende Wissenschaft neue Maassregeln zur Verbesserung der Filter und des Wassers. Die Stellen, an denen Wasser geschöpft wurde, wurden höher hinauf am Fluss verlegt; der Fluss selbst wurde vor Verunreinigung mehr geschützt, und die Filtrirmethode wurde verbessert. Seit der Erfindung der Methode, die Bacterien durch Kulturplatten zu zählen, hat man nun ein gewisses Maass für die durch Filtration bewirkte Verbesserung, auf die man seither nur durch die Verbesserung der öffentlichen Gesundheit schliessen konnte. Freilich betrifft die Verbesserung bis jetzt nur Bacterien, welche nicht Krankheitsursachen sondern unschädlich sind. Von den schädlichen werden indessen gewiss grosse Zahlen entfernt, und wenn hier und da einige durchschlüpfen, so sind das sicher seltene Ausnahmen. Es ist eine kolossale Aufgabe, grosse Wassermengen so zu filtriren, dass sie neben allem Hausgebrauch auch zum Trinken geeignet sein sollen. Man hatte daher Angesichts der Schwierigkeiten beschlossen, für die Stadt zwei Wasserleitungen herzurichten, eine absolut reine aus Kreidefelsen zu speisende, nur zum Trinken und Kochen zu brauchende, und eine zweite, weniger reine, aus dem Flusse wie bisher zu nehmende, zum gewöhnlichen Hausgebrauch, namentlich in Wasser-Klosetten. Allein dieser municipale Versuch, die Stadt von den vielen Monopolen zu befreien, scheiterte am Widerstand des Parlaments, welches so viele Wassergesellschafts-Actionäre enthielt, dass bisher jede Anstrengung zur Abschüttelung dieser schweren Auflage vergeblich gewesen ist.

Wegen der sich stets vergrössernden Schwierigkeit, die Abwasser der Häuser im Themsethal zu reinigen, hat der Stadtrath jetzt in Betracht genommen, eine Wasserleitung aus Wales herzustellen, wie sie Manchester und Liverpool eingerichtet haben. Dabei wären Sedimentirung und Filtration zu verwenden.

Ein solches grösstes Wasserfilter besteht aus einem gemauerten

Reservoir, dessen Boden den Filtrir-Apparat trägt. Zu unterst auf Steinplatten liegt ein System von durchlöcherten Ableitungsröhren aus Steingut, bedeckt von einer sechs bis acht Zoll dicken Lage von grobem Kies; unter diesem folgt eine Lage von feinerem Kies zehn Zoll dick, darüber abermals zwölf bis sechzehn Zoll dicker grober Sand, und darüber eine drei Fuss dicke Lage von feinerem Sand; alle Lagen zusammen sind daher 5 bis 6 Fuss dick. Die Abänderungen der Verhältnisse sind mehr lokalen Umständen angepasst als von allgemeiner Bedeutung. Das Bett wird mit Wasser gefüllt und auf einer Höhe von 4 Fuss über dem Sandspiegel gehalten. Die Schnelligkeit der Filtration wird durch eine Schleuse am Ausfluss geregelt. Die Oberfläche des Sands bedeckt sich mit Absatz und einer gelatinösen Masse von Algen; für einige Zeit ist nun die Reinigung sehr gut; allein allmählich rinnt das Wasser langsamer, und zuletzt so langsam, dass es nöthig ist, das Wasser ablaufen zu lassen und die oberste Sandschicht etwa einen Zoll dick zu entfernen. Das Filter kann dann wieder gebraucht werden. So wird der Sand allmählich bis zu etwa zwei Fünftel seiner ursprünglichen Dicke abgetragen, dann ist es nöthig, denselben wieder aufzufüllen. Dazu wird zum Theil frischer Sand, zum Theil der durch heftige Wasserströme gewaschene alte Sand benutzt. — Wasser, welches viel suspendierte Materie enthält, wie das obere Themsewasser, Eisenoxyd und Diatomeen, wird erst in Absitz-Reservoire gefüllt, und nach Absitzen des suspendirten Wassers auf die Filter gebracht. Ueber die Art und Weise, in welcher Bacterien zurückgehalten werden, existiren verschiedene Ansichten; von manchen gehen grössere von andern kleinere Procente durch das Filter in das Filtrat über. Dennoch meinen manche, es sei hier eine Verbindung von physikalischer Filtration, d. h. Zurückhaltung von Partikeln durch enge Zwischenräume vorhanden, verbunden mit einer Wirkung des gelatinösen Algen-Ueberzugs, die sie biologisch nennen. Wir halten das ganze für eine Verbindung von körniger mit gelatinöser Filtration ohne weiteres Mysterium. Die Tüchtigkeit solcher Filter hängt von vielen Factoren ab: Dicke der Sandlagen; — effective oder wirksame Grösse der Sandkörner, worunter zu verstehen ist, dass, wenn für diese effective Grösse eine Zahl gegeben ist, z. B. 0,2 Millimeter, dann in einem gewissen Gewicht Sand um etwa 30 Procent diesen Durchmesser haben, während 10 Prozent kleiner, 60 Procent grösser als 0,2 Mm. Durchmesser sind; — der

Uniformitäts-Coefficient, wo das Verhältniss von A zu B, wenn die Werthe von A und B derart sind, dass 60 Prozent an Gewicht feiner sind als A und 10 Prozent feiner als B. — Druck, engl. head = Unterschied zwischen Wasser-Spiegel des Filters und Wasserspiegel des Ausfluss-Reservoirs; sodann Schnelligkeit der Filtration, und zuletzt Oberfläche des Filterbettes. Danach werden jetzt die folgenden Verhältnisse für die besten gehalten:

Oberfläche des Filterbetts 40,4671 Are = 1 Acker englisch,
Rata der Filtration per Tag 11,358,717 Liter = 2,500,000 Gallonen.
Höhe des Wassers über dem Sand 106,769 Centimeter = 3,5 Fuss englisch,
Effective Grösse der Sandkörner 0,2 Millimeter = 0,007874 Zoll,
Dicke der Lage des groben Sandes und Kieses 76,260 Centimeter = 2,5 Fuss engl.,
Dicke der feinen Sandlage 91,512 Centimeter = 3,0 Fuss engl.,
Fallend zu niemals weniger als 40,672 Cent. = 16 Zoll engl.

Aus Themsewasser oberhalb London werden etwa 48 Procent der Bacterien durch Filtration entfernt; dessenungeachtet ist die Sterblichkeit von Typhoid noch 15 in 100,000. Wenn man aber die schmutzige Natur des Flusswassers in Betracht nimmt und die Grösse der Operation, die vielleicht 60 Acker Filterbetten braucht, bedenkt, so ist das Resultat anerkennenswerth.

Beispiele von Modifikationen und Resultaten der Filtration in mehreren Städten. In Hamburg wird das Wasser in Absitz-Teichen geklärt, und dann werden die oberen zwei Drittel desselben auf Filter gebracht, das untere Drittel mit dem Absatz lässt man wieder in den Fluss laufen. Die Filter sind offen, haben eine Oberfläche von 7650 Quadratmeter (1,88 engl. Acker), zu unterst eine Lage von grobem und feinem Kies 0,6 Meter dick; darauf eine Lage feinen Sandes 1 Meter dick. Wenn, wie oben beschrieben, als die Praxis in London, die allmählich abgetragenen Lagen von Sand das Lager auf 40 Ctm. (16 Zoll engl.) heruntergebracht haben, so wird Sand zum Betrag der normalen Höhe zugefügt. Die Filterbetten sind demnach beinahe zweimal so gross als die englischen. Seitdem die neuen Filter im Gebrauch sind, hat sich der Gesundheitszustand von Hamburg sehr verbessert; während z. B. die jährliche Sterblichkeit an Typhoid in den Jahren 1890—1893 21 in 100 000 gewesen war, fiel dieselbe in 1894 auf 6.

Sehr lehrreich ist der Kontrast, welcher während der Cholera-

Epidemie von 1892 die Städte Altona und Hamburg unterschied. Obschon beide Städte factisch nur eine Stadt bilden, so war doch die Epidemie beinahe ganz auf Hamburg beschränkt und liess Altona frei. Beide Städte entleeren ihre Sielen in die Elbe und pumpen ihr Wasser aus derselben, Hamburg oberhalb, Altona unterhalb der Stadt; der Fluss ist hier von Ebbe und Fluth hin- und herbewegt, und der Wasserstand bei Ebbe ist sehr tief. Im August 1892 lagerte eine Bande russischer Zigeuner am Elbe-Ufer und die Ausleerungen eines Mitglieds derselben, der später als an Cholera leidend erkannt wurde, waren in den Fluss ausgeleert worden. Darauf folgte sehr schnell eine Cholera-Epidemie in Hamburg von 7427 Fällen im August und 9321 Fällen im September; die ganze Epidemie betraf 17 020 Krankheitsfälle und 8605 Todesfälle. Diese Schrecken wurden alle durch das unfiltrirte Elbewasser verursacht. Altona dagegen, obwohl es sein Wasser aus demselben Fluss schöpfte, und zwar nachdem derselbe die Kanalwasser von 800 000 Menschen aufgenommen hatte, blieb practisch frei von der Epidemie und erlitt nur einige, meistens eingeschleppte Fälle, weil es sein Elbwasser vor der Austheilung filtrirt hatte. Allein im Dezember 1892 und Januar 1893 brach eine beschränkte Epidemie in Altona aus, welche als durch Gefrieren einiger Filterbetten während des Abkratzens der Schleimschicht, dadurch gebildete Brüche und Spalten und Durchgang von unfiltrirtem Wasser erklärt wurde. In früheren Jahren hatte Altona an Winterepidemieen von Typhoid gelitten, die denen von Hamburg parallel liefen. Auch diese wurden nun durch Gefrieren der Filterbetten während des Abkratzens erklärt. Diese letzten Erklärungen haben aber ihre Schwierigkeiten, da die beschuldigten Umstände nur geschlossen oder vermuthet, nicht bewiesen sind und längst verschwunden waren, ehe ihre angeblichen Folgen ans Licht traten. Jedenfalls folgt aus der Diskussion die Warnung auch diese mögliche Folge zu vermeiden und sie durch Bedeckung der Filter unmöglich zu machen.

Zu Warschau in Polen wird das Wasser der Weichsel filtrirt, so dass von 1500 Bacterien im Cubikcentimeter nur 30 durchgehen. Während 1893 herrschte eine Cholera-Epidemie in allen umliegenden Dörfern auf beiden Seiten der Weichsel, während Warschau nur einige wenige Fälle hatte.

In Lawrence, Massachussetts, war die Sterblichkeit an Typhoid über 100 in 100,000 gewesen. Während den Jahren, welche

auf Einführung filtrirten Wassers folgten, fiel die Sterblichkeit an Typhoid auf weniger als die Hälfte der früheren und es wurde nachgewiesen, dass diese überbleibende Hälfte hauptsächlich durch fortgesetzten Gebrauch unfiltrirten Wassers verursacht war. In Lawrence nun wird das Wasser des Flusses Merrimak durch sogenannte intermittirende Perkolation filtrirt, d. h. das Wasser geht durch das Filter während 16 Stunden aus 24, und während 8 Stunden bleibt das Filter ohne Wasser und der Luft ausgesetzt, um die oxydirenden oder nitrifizirenden Bacterien mit Sauerstoff zu versorgen. Es ist aber sehr zweifelhaft, ob diese Unterbrechung wirklich von Werth ist. Das Filterbett ist 1 Hektar an Oberfläche und soll 23 Millionen Liter Wasser in 24 (d. h. 16) Stunden liefern. Die Abnahme der Bacterien im ersten Jahr der Einrichtung war wie folgt:

	Bacterien in Cubikcent.	Ausfiltrirt.
Flusswasser	19,900	
Filtrirtes Wasser am Filter	264	97,58 %
Ausfluss des Reservoirs	193	98,73 %
Hahn an der Stadthalle (1½ Meilen vom Filter)	90	99,17 %
Hahn im Laboratorium (2½ Meilen vom Filter)	82	99,25 %

Man sieht, dass die Bacterien in den Röhren sich auf irgend eine Weise vermehren.

Während des Winters von 1893—94 herrschte eine heftige Epidemie von Typhoid in Lowell, einem Städtchen, dessen Sielen ihr Abwasser 9 Meilen oberhalb Lawrence in den Merrimak ergiessen. Im Gegensatz zu früheren Erfahrungen vor Einführung der Filtration, blieb Lawrence jetzt von Typhoid verschont.

In Worms und Magdeburg wird Wasser durch künstliche aus Sand und Silikaten gegossene Platten, von einem Quadratmeter Oberfläche und 20 Centimeter Dicke filtrirt. Die Platten sollen nach der Gestaltung im Nassen bei 150° gebacken werden, also bei einer Temperatur, die der Hitze des Bratefetts entspricht. Von diesen Platten wird gerühmt, dass sie schneller und ebenso erfolgreich wie die Sandfilter und weniger kostspielig sind. Wenn sie an der Oberfläche verstopft werden, so wird Wasser in der der Filtration entgegengesetzten Richtung von unten nach oben gedrückt. Genaue Daten über Leistung sind nicht veröffentlicht. In St. Petersburg sind ähn-

liche Filterplatten im Gebrauch, haben aber die Sterblichkeit an Typhoid, 52 in 100,000, nicht vermindert.

Filter-Gallerien, Sedimentirungsteiche und spezielle Filter für Manufacturen. Sogenannte Filter-Gallerien sind entweder offene oder geschlossene, gedeckte Gräben am Ufer eines Flusses und einige Fuss von demselben entfernt, deren Boden und Wasserspiegel tiefer als der Boden und Wasserspiegel des Flusses liegt. Hier rechnet man auf Durchdringen des Wassers durch die Uferbank und gleichzeitige Filtration. Bei diesen Einrichtungen die sparsam sein sollen, ist Vieles übersehen. Erstens sind Flussufer sehr undurchgängig für Wasser. Z. B. in Chiswick bei London ist das Grundwasser 13 Fuss unter dem Hochwasserspiegel, und sein Spiegel steigt nur wenige Zoll bei Hochwasser. Hier würden also sogar Brunnen von 20 Fuss Tiefe kein Flusswasser liefern. In der That ist das Wasser, welches nahe an Flussufern gegraben wird, meist Theil des Grundwassers, welches sich im Thal parallel dem Fluss oder in tiefen alten Flussbetten unter der Erde thalabwärts bewegt. Da nun die Neigung der Oberfläche stets nach dem Fluss zu ist, so werden solche sogenannte Gallerien leicht verunreinigt; und wenn die Scheidewand zwischen ihnen und dem Fluss nicht sehr dick und fest ist, so werden sie leicht durch Brüche und Rattenlöcher durchbohrt und lassen dann Flusswasser in die Gallerien. Solche Wasserstollen sollten daher in grösster Entfernung vom Fluss im stärksten durch Bohrungen zu ermittelnden Grundwasserstrom angelegt werden. Eine Londoner Wasserkunst hat grosse Gallerien derart von durchbohrten Eisengussröhren im Sand bei Kingston angelegt, welche zehn Millionen Gallonen Wasser täglich liefern, die so rein sind wie das am besten filtrirte Wasser.

Einfache Sedimentirung in Aufbewahrungsteichen hat schon einigen Nutzen, wie die Erfahrung in den Gebirgs-Sammelteichen in Wales beweist. In Amerika sind solche Absitz-Teiche häufig gebraucht worden, meist um groben Schlamm loszuwerden, Jedenfalls vermindern sich die Bacterien durch Absetzen, wie schon die oben gegebenen Zahlen für Lawrence beweisen. Auch in London ist dergleichen beobachtet. Z. B. setzt das Wasser der New-River-Company, welches in offenen Graben von dem oberen Fluss Lea nach London (Stoke Newington) geleitet wird, 117 Bacterien aus 677 im Cubikc. im ersten Reservoir ab; im zweiten Sammelteich nun fällt die Zahl von 560 auf 183 per Cc. Das Themsewasser

bei Hampton zeigte 1437 Bacterien per Cubikc.; beim Austritt aus dem ersten Sammelteich nur 318 und beim Austritt aus dem zweiten Ruheteich nur 177.

Es gibt eine Anzahl von Filtrir-Apparaten die für spezielle Manufacturen bestimmt sind und ihren Zweck wohl mehr oder weniger erfüllen. Alle nun, welche z. B. für Papiermühlen bestimmt sind, halten nur grobe Partikeln und nicht viele Bacterien zurück. Diejenigen, welche durch Gravitation wirken, sind noch am besten, aber die, welche durch Hochdruck wirken, treiben alle Bacterien durch. Denn hier handelt es sich hauptsächlich um Schnelligkeit der Befreiung von suspendirten Partikeln, und Bacterien kommen nicht oder kaum in Betracht. Alle solche Filter haben bestimmte Medien oder Materialien, und das Hauptproblem dabei ist, diese Materialien von den angesammelten Unreinigkeiten zu befreien. Für Nutzwasser gibt es viele dergleichen Methoden, z. B. Feuer, Koch- und Glühhitze, die aber für Trinkwasser nicht passen, weil sie demselben einen Geschmack mittheilen. In einigen Methoden wird das Wasser durch gerinnende Substanzen, wie Alaun, gereinigt und dann filtrirt, Methoden, welche wir bei der Reinigung der Sielenwasser wieder finden werden.

Bei Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Filtern müssen daher alle oben genannten Factoren beachtet werden. Die Qualität des resultirenden Wassers muss in häufigen Zwischenräumen, etwa stündlich beobachtet werden, weil verschiedene Filter bei verschiedenem Druck sehr verschiedene Resultate geben. Auch das zu filtrirende Wasser wechselt beständig die Zahl seiner Bacterien innerhalb weiter Grenzen. So hatte das Wasser des Flusses Mahoning bei Warren, O., eines Tages um $10.^{15}$ Uhr Morgens 2373 Bacterien, um $1.^{15}$ Nachm. 938, um $4.^{20}$ 1248 Bacterien. Das zwischen 10 und 2 Uhr filtrirte Wasser enthielt nur noch um 10 Uhr = 16 B.; um 11 Uhr = 11 B.; um 12 Uhr = 11 B.; um 1 Uhr = 41 B.; um 2 Uhr = 97 B. — Nun wurde das Filter gewaschen und die passirten Bacterien fielen von 28 um drei Uhr, auf 11 um vier Uhr, auf 10 um fünf Uhr, auf 9 um sechs Uhr. Die Durchschnittsmenge der Bacterien in den drei Portionen Flusswasser, in denen sie gezählt wurden, war 1520; das Wasser blieb zwei Stunden lang still in den Absitz-Teichen stehen. Mengen des filtrirten Wassers in der Zeit und Oberfläche des Filters sind nicht angegeben. Die Daten sind aber werthvoll wegen des Nach-

weises der Variation der Zahl der Bacterien sowohl im Flusswasser als im filtrirten Wasser.

Vorsichtsmassregeln, welche bei Experimenten über Filtration zu beobachten sind. Es werden jetzt an vielen Orten eingehende und zum Theil grossartige Versuche gemacht, um absolut reinigende Filter herzustellen. Dergleichen sind z. B. von der Wasser-Versorgungs-Gesellschaft zu Louisville angestelllt, aber ein Bericht darüber ist nicht veröffentlicht worden. Dagegen hat die Staats-Gesundheits-Kommission von Rhode Island zwischen März 27. 1893 und Januar 30. 1894 drei Filter prüfen, und die Resultate der Versuche im Anhang zum siebenten Jahresbericht der Kommission durch E. C. Westen publiziren lassen. Das Filter Nr. 1 bestand aus Erbsenkies 3 Zoll, grobem Sand 1 Zoll und feinem Sand 18 Zoll. Verschiedene Arten von Sand wurden nacheinander benutzt. Das Filter Nr. 2 hatte dieselbe Structur, blieb aber unverändert während der ganzen Prüfezeit. Das Filter Nr. 3 nach dem Erfinder Morison genannt, bestand zu unterst aus einer 10 Zoll dicken Lage von grobem zerstampftem Quarz, und darüber einer 24 Zoll dicken Lage von fein gestampftem Quarz, wie er jetzt in den Goldmühlen Australiens, Afrika's und Amerikas in ungeheuren Mengen erhalten wird. Dieser feine Quarz hatte eine effective Grösse von 0,59 Millimeter, und einen Uniformitäts-Coefficienten von 1,5. Die Oberflächen der Filtra 1 und 2 wurden durch Abkratzen einer $^1/_2$ Zoll dicken Lage und Waschen derselben mit reinem Wasser gereinigt. Nr. 3 wurde mit einem im Kreise gehenden Rechen aufgerührt, und wie die Filtra zu Worms und Magdeburg durch von unten mit Druck eingeführtes Wasser gewaschen, bis das Anfangs trübe Wasser klar von der Oberfläche abfloss.

Der Leser wird sogleich bemerken, dass das Filter Nr. 3 im obern oder activen Theil um ein ganzes Viertel dicker war als die Filtra 1 und 2; im Ganzen hatten Nr. 1 und 2 nur 22 Zoll Dicke, während Nr. 3 34 Zoll mass. Diese Filtra wurden nun während 7 Monaten in Thätigkeit gesetzt: die Sandfiltra gingen in ihrer Wirksamkeit schneller herunter, als das Quarzfilter; und da sie nur 135 Millionen Liter auf den engl. Acker Oberfläche lieferten, während das Quarzfilter 576 Millionen lieferte, wurden sie ausser Gebrauch gesetzt. Freilich war die Reinigung von Bacterien nicht so gut als in den Sandfiltern, und sehr unregelmässig, so dass Spalten im Filtrum oder unbekannte Ursachen angeklagt werden mussten.

Seit October 1893 wurde das Morison'sche Quarzfilter allein benutzt und die Resultate beziehen sich daher auf dieses allein, und nicht auf die Sandfiltra.

Waren nun die Filtra Nr. 1 und 2 an sich zu dünn, und daher mit anerkannt wirksamen Filtern mit mehr als doppelt der Höhe der Sandlage nicht vergleichbar, so waren sie auch mit dem Quarzfilter wegen derselben Unverhältnissmässigkeit nicht vergleichbar. Auf die Sandfiltra selbst kann man wegen mangelnder Daten keinen folgerichtigen Schluss ziehen. Es ist aber ebenso unmöglich, Schlüsse auf die Wirksamkeit des Quarzfilters zu ziehen, da die Daten aus den Experimenten nicht verlässlich sind, indem die Experimente nicht erschöpft wurden. Man war offenbar in Eile, da die Methode zur Beschaffung von filtrirtem Wasser für das Städtchen Providence verwandt werden sollte. Somit wurde dem Wasser Alaun im Verhältniss von einem halben Gran auf die Gallone zugesetzt, aber auf die folgende besondere Weise. Dem ersten Wasser, welches auf das Filter losgelassen wurde, wurde schnell $^1/_2$ Liter Alaunlösung, enthaltend 911 Gran = 58,4 Gramm Alaun zugesetzt, um damit schnell die Bildung eines dünnsten Häutchens (film) auf der Oberfläche des Filters zu erzeugen. Mit dem so bestellten Filter wurden nun die Bacterien so herausfiltrirt, dass nur 1,4 % durchgingen, während 98,6 % auf dem Filtrum blieben, und das bei einer Thätigkeit, die 576 Millionen Liter per engl. Acker pro 24 Stunden gleich kam. Diese Menge Wasser schon muss Verdacht erregen, da ein Städtchen, wie Providence, dieselbe nicht laufend verbrauchen könnte. Die Schnelligkeit der Filtration allein musste dieselbe daher sehr verschlechtern. Nun kommt aber der Hauptirrthum in Betracht, den man bei der bacteriologischen Prüfung der Filtrate beging. Die eingesäten Gelatine-Platten blieben nur zwei Tage lang zur Entwicklung der Colonien stehen und die letzteren wurden alsdann gezählt. Man wartete nie bis das Maximum der Zahl der Colonien erreicht war. Dieser Punkt muss in jeder Untersuchung derart erreicht werden, aber im Fall, wo dem Wasser Fällungsmittel zugesetzt worden sind, ist diese Sorge doppelt nothwendig, denn diese Zusätze tödten, oder verhindern die Entwicklung, oder schieben auf und verspäten die Vermehrung der Bacterien und verlangsamen das Wachsthum aller. Bei Zusatz von Eisensalz zum Wasser kann man später langsam entwickelte Colonien beobachten, welche einen Ring von Eisenoxyd um sich herum gebildet haben, das jedenfalls zu

denselben in besonderer Beziehung gestanden und zu ihrem langsamen Wachsthum beigetragen hat.

Alaun wirkt wie dieses Eisen; gerade hier hätte man also das Maximum der Zahl und Ausbreitung der Colonien abwarten sollen, ehe man zählte und Schlüsse zog. Directe Beobachtung über die Wirkung des Alauns in dieser Beziehung zeigt ferner, dass die hindernde selbst tödtende Wirkung desselben sehr von der Temperatur abhängig ist und mit derselben variirt. Daher sind die Zahlen an Colonien, welche nach nur zweitägigem Wachsthum der Gelatinplatte gesehen und gezählt wurden, ganz nutzlos als Kriterien der Filterwirkung. Und gerade bei einem so raschen Durchgang des Wassers, bei dem eine grosse Menge von Bacterien durchschlüpfen musste, die bei langsamem Fluss auf oder in dem Filter geblieben wären, wäre eine äusserst genaue Zählung und längst mögliche Züchtung nöthig gewesen. Unter diesen Umständen kann es nicht Wunder nehmen, dass die Resultate von Rhode-Island von den Resultaten der besten europäischen Filter nicht unterstützt werden und für uns unannehmbar sind. Die Grösse der Quarzkörner, beinahe 0,6 Millimeter, ist ebenfalls ein initialer Fehler und war ohne Zweifel die Ursache, welche zur Anwendung von Alaun und der schnellen Production einer Aluminiumhydratdecke nöthigte.

Die Beobachtungen über die Thätigkeit zu einzelnen Perioden waren nicht genügend zahlreich; wurden jedoch nur Endresultate, wie oben definirt, angenommen, so entfernte das Quarzfilter während gewisser Perioden von 95,5 bis 98,6⁰/₀ die im Wasser enthaltenen Bacterien. Wurden dem Wasser Prüfungsbacillen, z. B. Bacillus prodigiosus zugesetzt, so blieb beinahe regelmässig der ganze Betrag auf dem Filter oder kam in der Alaunerde um.

Im Januar wurden dem Wasser als Prüfungsmittel Fleischbrühe-Culturen besonderer Organismen zugesetzt, worauf die Wirksamkeit des Filters bedeutend abnahm. Das Quarzpulver wurde mit einer Lage von braunem schleimigem Material bedeckt gefunden, das sich nur durch Kochen mit kaustischem Natron entfernen liess. Danach wurde als Regel für die Behandlung des Filters aufgestellt, dass seine oberen Lagen mehrmals des Jahres durch kochendes kaustisches Natron zu reinigen seien. Ob diess aber auch ohne Fleischbrühe-Zusätze nöthig war und praktisch ausgeführt worden ist, ist mir nicht bekannt geworden.

Kleinere Haus-, Spezial- und tragbare Filter. Bei der

Behandlung dieser Frage nach der besten Methode der Wasserreinigung muss man sich auf den weitsichtigsten Standpunkt stellen und alle möglichen Verhältnisse und Lagen des einzelnen Menschen, der Familien und Gemeinschaften durch Forschung und Einbildungskraft sich vorzustellen suchen. Keinerlei Sicherheitsmaassregel, auch für den seltensten Fall berechnet, darf vergessen werden. Man lese z. B. die Beschreibung der Leiden, welche die ägyptischen Blutegel der Sümpfe, die beim Trinken aus denselben in ihre Rachen kamen und sich dort festsetzten, den französischen Soldaten verursachte, in Larrey's Werk über Militärchirurgie. Kleine Taschenfilter aus Kohle, wie sie jetzt jeder Soldat oder Reisende in fernen Klimaten bei sich führt, hätten alle diese Leiden und Todesfälle und Schwächungen der Regimenter durch Blutungen verhindert. Wie nützlich für die Goldgräber der West-Australischen Wüste, wenn sie mit einem solchen kleinen Filter oder mit ein paar Tropfen chemischer Reagenzien den meist schrecklichen Inhalt der Wasserlöcher sterilisiren und geruchlos machen können. Ein kleines Fläschchen voll krystallisirten Permanganats, wovon ein kleines Körnchen in einem Schoppen Wasser gelöst, denselben geruchlos macht, sollte jeder Reisende bei sich führen und dessen Gebrauch wohl studiren. Der Chemiker Traube hat den Chlorkalk zur Reinigung des Wassers von Bacterien und schädlichen gelösten Materien sogar zur Anwendung im Grossen empfohlen. Der Zusatz von 0,000426 Gramm des Salzes zu 100 Cc. Wasser zerstört in demselben alle Bacterien in zwei Stunden. Setzt man nun dem Wasser nach dieser Zeit 0,000209 Calciumsulphit oder schwefligsauren Kalk zu, so ist alles nicht verbrauchte Hypochlorit zersetzt, und der Betrag an gebildetem Mineralsalz in dem Wasser ist geringer als die Menge, welche gewöhnlich im Trinkwasser vorhanden ist. Kochen ist noch einfacher zur Sterilisation, aber nicht zur Reinigung von üblem Geruch; dazu ist Uebermangansäure am geeignetsten, aber die letztere zerstört Bacterien nur auf Kosten des Geschmacks. Ein nöthiger Ueberschuss von Permanganat kann durch Filtration über Manganese oder Braunstein weggenommen werden. Vier Tropfen der offiziellen Jodtinctur zu einem Liter Wasser gesetzt zerstören alle krankheitverursachenden Bacterien in wenigen Minuten. Sonnenlicht, wie oben erzählt, ist für Bacterien tödtlich, kann also gebraucht werden zum Schutz gegen sie. Aber jeder muss sich selbst und andere zu schützen suchen.

Von absolut bacterien-sicheren Filtern gibt es nur zwei; nämlich das von Pasteur konstruirte und das aus dem Amiant-Porzellan gebildete (Porcelain d'Amiente). Der Ausdruck Porzellan in dieser Verbindung ist unrichtig, da das Material noch nicht Porzellan ist, sondern eine demselben vorhergehende Stufe, Biskuit genannt bildet. Diese ist fein porös, während Porzellan gar nicht porös ist und daher Nichts durchlässt.

Das Filter von Pasteur, vermöge dessen die verschiedenen activen, giftigen oder heilenden oder verhütenden Blutwasser- oder Serumsorten von allen Bacterien gereinigt werden, lässt sich auch auf Wasser anwenden, ist aber kostspielig und relativ langsam. Es besteht aus einem äusseren Metallcylinder und einem inneren Cylinder aus dem unglacirten Porzellan, dem eben erwähnten Biskuit. Diese innere Röhre ist 10 Zoll lang, ihre Wände sind ein Achtel Zoll dick und die innere cylindrische Höhle hat einen Durchmesser von $1^1/_8$ Zoll. An einem Ende ist die Röhre geschlossen, am andern hat sie eine Oeffnung zum Ausfluss des filtrirten Wassers. Das in die Metallschale gedrückte Wasser wird durch das Biskuit gedrückt. Bei einem Druck von 60 Pfund auf den Quadratzoll können 13 Liter Wasser in der Stunde filtrirt werden. Ohne Druck liefert die Röhre nur etwa die Hälfte, also 6 Liter. Wie gut man auch das Filtrum behandelt und durch Bürsten etc. reinigt, nach einiger Zeit wird es verstopft, oder die Bacterien gehen hindurch. Durch Glühhitze lässt es sich leicht reinigen, allein die Gefahr des Bruches ist dabei gross. Man benutzt daher eine 5procentige Lösung von übermangansaurem Calcium, in der die Röhre wenigstens eine halbe Stunde eingetaucht bleibt. Danach wird sie in eine Lösung von schwefligsaurem Natron getaucht, gewaschen, und ist wieder zum Gebrauch tauglich. Bei anhaltendem Gebrauch soll man die Röhre aussen sorglich an jedem Tag bürsten, während die Höhle sorgfältig verschlossen ist, und einmal wöchentlich durchoxydiren.

Das sogenannte Berkefeld-Filter ist von derselben Construction, jedoch ist der innere Cylinder aus Infusorienerde (Kieselguhr) gebaut. Die Cylinder sind von wechselnder Grösse, bis zu 26 Cm. lang, 5 Cm. äusserem Durchmesser und 1 Cm. Dicke im Radius, so dass die Höhle 3 Cm. im Durchmesser hält. Das dichteste Material dieser Grösse liefert 750 Cc. Wasser in der Minute unter einem Druck von $3^1/_2$ Atmosphären. Das Wasser ist während einiger Zeit ganz steril.

Das nach Crique benannte Filter ist ebenfalls wie das Pasteur'sche konstruirt, es hat aber eine grössere Filtrirröhre, die durch Schraube und Kautschuk fixirt ist. Es ist während einiger Zeit für Bacterien undurchlässig.

Das nach Wittmann benannte Filter ist sehr einfach, aus Thierkohle (Spodium) und Thon gebrannt und leicht zu gebrauchen und zu reinigen. Es filtrirt Wasser in kurzer Zeit gerade so rein wie das beste Sandfilter. — Hierher gehört auch ein aus gebranntem Thon gebautes Filter, welches A. Sehrmann in Chikago letzthin geprüft hat. Es wurde vom 22. Dezember 1896 bis 21. Januar 1897 ununterbrochen Wasser durchgedrückt (der Druck war unter der Wasservertheilungsröhre) und zu keiner Zeit liess es Bacterien durchgehen.

Viele künstliche Filtra benutzen Thierkohle oder vegetabilische Kohle als Material, und die Richtung der Filtration ist von aussen in eine innere Höhlung, aus der das Filtrat nach unten abläuft. Von Material werden dabei auch Sandarten, gekörntes Eisen, schwammiges Eisen aus Hochöfen, Polarit, Magneteisen, Kieseleisen, Asbest und Kohle und anderes benutzt. Alle diese halten nur gröbere Partikeln auf, die Bacterien werden nicht vermindert. Prinzipiell zu verwerfen sind Filtra, in welchen (meist schlechte) Schwämme angebracht sind; diese dienen nur dazu, die Zahl der Bacterien zu vermehren.

Filtra aus natürlichem Stein, dessen Ursprung meist geheim gehalten wird, sind hie und da im Gebrauch und werden z. B. in dem Crystal Fountain genannten Amerikanischen Filter mit viel mechanischer Geschicklichkeit benutzt. Die einzige Ungewissheit besteht in der Möglichkeit des Vorhandenseins von Spalten oder unsichtbaren Fissuren. Hier ist also sorgfältige Auswahl und Prüfung nöthig. Solche Filtra haben annähernd so gut wie Teneriffa-Stein gearbeitet.

Der Teneriffa-Stein ist ausgezeichnet und bei genügender Dicke gibt er bacterienfreies Wasser. Allein durch diese Forderung der Dicke ist er zu kostspielig zu transportiren. Auch scheint sein Vorkommen auf ein seebedecktes Riff beschränkt und sein Behauen ist gefährlich für den Stein, da es Fissuren bilden kann. Er gibt krystallklares und kühles Wasser, und ist lange ein Schutz gegen schädliche Bacterien gewesen.

Die Anwendung der Elektrizität zur Reinigung

von Wasser ist einer jener Luxusversuche, welche denjenigen wohlanstehen, die sie bestreiten können. Allein zur Zwangsauflage für Gemeinden sind sie nicht geeignet. Sie sind eine Nachahmung der Versuche, welche der Londoner Bauunternehmer Webster zur Reinigung von Sielenwasser auf eigene Kosten anstellte, während er die Reservoire für Fällung und Reinigung der Sielenwasser der Südhälfte von London in Crossness an der Themse baute. Der Process bildete Eisenchlorid und Alkali an den aus Eisenblech bestehenden Elektroden, und die dadurch bewirkte Fällung von Eisenoxyd und Oxydul wirkte als gelatinöse Klärungsmasse, ähnlich dem Alaun in dem Wasser von Rhode-Island oder dem Thonerdesulphat in dem Sielenwasser von Chiswick. Nichts destoweniger haben mehrere muthige Männer weitere Versuche angestellt, Wasser durch Electrizität zu reinigen. Dabei wurden nun stets Chlor und chlorhaltige zersetzliche Producte nebenbei gebildet, welche dem Wasser einen ganz unannehmbaren Geschmack gaben. Die nächsten Versuche waren daher auf die Zerstörung dieses schlechten Geschmacks gerichtet, und führten zur Bildung von Salzen, welche ebenfalls schlecht schmeckten. Oppermann führte daher Aluminium-Electroden in die Flüssigkeit ein, aber nur als sekundäre Massregel, und gibt an, nicht nur allen schlechten Geschmack, sondern auch alle Cholera- und Typhoidbacterien zerstört zu haben, oder zerstören zu können. Ein anderer unternehmender Forscher Namens Roeske behandelt das Wasser ebenfalls mit Electrizität, aber nur als Beihülfe zur Reinigung. Das Wasser liegt in einem grossen Schacht auf einer durchbohrten Eisenplatte, auf welcher eine grosse Masse metallischen Eisens ruht; ein Pol der Dynamomaschine ist mit dieser Platte verbunden, der andere geht in einen Rechen, welcher das aufgehäufte Eisen beständig umrührt. Während dem wird auch ein starker Luftstrom durch das Wasser gedrückt. Von diesem Schacht wird das Wasser auf Druckfilter gepumpt, die in geschlossenen Teichen arbeiten, und zwar durch 4 Fuss dicke Lagen von Sand, so dass jeder Quadratfuss Oberfläche jede Minute 4 Liter Wasser durchlässt. Das so filtrirte Wasser wird jetzt in eine Standröhre gepumpt, und fällt in dem zweiten Schenkel derselben als feiner Regen durch unter Druck befindliche Luft. Resultate zur Controlle und Angaben über Kosten des Processes liegen nicht vor. — Ein Theil dieses Processes ist von Anderson angenommen worden, nämlich die heftige Berührung des Wassers mit Eisenblech

in Stückchen, aber die Electrizität ist weggelassen. Es bildet sich viel Rost, der durch Absitzen entfernt wird, ehe das Wasser auf Filterbetten geht. Nach Angaben von Miquel sollen durch diesen Process 99,3 % aller Bacterien entfernt werden, jedoch fehlen die nöthigen Beweisdaten.

Vegetabilische Unreinigkeiten des Wassers werden zuweilen in dem Sammelteiche durch Absterben von Pflanzen hervorgebracht. Grössere Algen und wohl auch Bacterien in Massen, können Wasser verderben. Als Beispiel diene der Fall von Cheltenham, dem berühmten englischen Badeort. Hier wurde das Wasser des Flusses Chelt in drei grossen Sammelteichen aufbewahrt, deren zwei offen, der dritte überdeckt war. Das kalkhaltige Wasser nahm einen schlechten Geschmack an, und zwar in Folge einer grossen Masse von Chara-Pflanzen, die im Herbst starben und das Wasser verdarben. Die Charen konnten nicht mechanisch ausgerottet werden, und es erwies sich als nothwendig, die beiden Sammelteiche zu überdecken, worauf bei mangelndem Licht das Wachsthum dieser chlorophyllhaltigen, kalkliebenden Pflanzen aufhörte.

Auch Infusorien können mit chlorophyllhaltigen Pflanzen, welche schwimmen, auf folgende Weise Wasser verderben. Ich beobachtete an einem Abwasser aus den Sewage Works von Hertford führenden, in den Fluss Lea mündenden Graben folgendes Phänomen. Auf der Fläche des Wassers wuchsen Massen grüner Conferven, welche sich am Tag im Sonnenlicht mit Sauerstoffbläschen füllten und leicht dahin schwammen. An der Eintrittsstelle des Wassers in den Fluss Lea war ein kolossaler Absatz fauler Materie, in den die Confervenmassen schnell hinabsanken. Bei der Untersuchung zeigte die Masse viel stickstoffhaltige Materien und die Conferven wurden darauf im frischen Zustand untersucht. Es fanden sich unendliche Zahlen und viele Arten von sehr activen Infusorien in derselben vor, die namentlich um die Sauerstoffbläschen sich herumtrieben und vermehrten. In der Nacht nun wurde kein Sauerstoff entwickelt, die Infusorien, die hier offenbar desselben bedürftig waren, starben, die Confervenmassen sanken und zogen die todten Infusorien mit sich. Ihre faulenden Leiber verunreinigten das Wasser in derselben Weise, wie die faulende Leiche eines grossen Thieres gethan haben würde.

Nach obigen Thatsachen und Ausführungen ist es daher die Pflicht jedes Bewohners und jedes Gemeinwesens, seine Familien-

und Gemeindeglieder mit reinem Wasser zu versehen, und die Verunreinigung des Wassers sowohl als die Uebertragung von Krankheiten durch dasselbe zu verhindern. Rechnet man die Sterblichkeit an Typhoid nur als 10 % der Krankheitsfälle, so leiden bei einer Sterblichkeit von 10 in 100 000, hundert Personen an Abdominaltyphus, also eine Person in tausend. Durch absolute Reinheit des Wassers könnte man den Abdominaltyphus ganz ausrotten.

Fünfter Brief.

Inhalt:

Massregeln zur Verhinderung der Verunreinigung des Wassers. — Fäulniss der Ausleerungen. — Das Leben des Typhoid-Bacillus ausserhalb des menschlichen Körpers. — Leben des Bacillus im Körper und seine Erkennung. — Weitere Reactionen der Bacillen, und auf dieselben. — Seltenheit des Typhoids bei Kindern unter zwei Jahren im Alter. — Schutz gegen Typhoid durch ärztliche Krankenbehandlung. — Desinfection der typhoiden Ausleerungen. — Entfernung und endliche Zerstörung der Aphodeumen. — Desinfection äusserer infizirter Gegenstände. — Desinfection des Patienten und aller seiner betroffenen Oberflächentheile.

Wasserschutz, oder Methoden zur Verhinderung der Verunreinigung des Wassers. Um uns und unsere Umgebung rein zu erhalten, muss Wasser verunreinigt werden. Es muss dann entweder in Umstände gebracht werden, in denen die natürlichen Kräfte es wieder reinigen, oder muss durch menschliche Thätigkeit wieder gereinigt werden. Auch diese künstliche Reinigung benutzt die natürlichen Kräfte für ihre Zwecke am erfolgreichsten und wohlfeilsten. Viel natürlich reines Wasser wird durch Vorgänge unrein gemacht, die sich vermeiden lassen, und die daher entweder durch Verstand und Gemeinsinn, oder durch Zwang verhütet werden müssen.

Die in der freien Natur vorhandenen Bacterien, welche durch Wasser auf Menschen oder Thiere übertragen werden können, sind nicht zahlreich und bedürfen besonderer Wege, um in den Körper einzudringen. Z. B. der Bacillus des Starrkrampfs findet sich in mancher Gartenerde, allein um Menschen anzufallen bedarf es einer Wunde, durch welche er eintreten kann. Umgekehrt kann der Bacillus durch Wasser vom Menschen weit verbreitet werden und in Erde fortleben, um bei Gelegenheit wieder in den Menschen, oder in Thiere einzutreten. Ebenso können der Bacillus des Milzbrands, oder Anthrax, oder seine Sporen, der Erde direct einverleibt (durch Begraben daran gefallener Thiere, oder durch Absetzen aus Wasser, welches ihn hunderte von Meilen flussabwärts getragen haben kann),

durch Regenwürmer auf die Oberfläche und von hier mit Pflanzennahrung in Thiere übergehen und sie infiziren. Es folgt daraus, dass Krankheitserreger zerstört werden müssen, und nicht in Luft, Wasser oder Erde ihre Existenz verlängern dürfen. Einige der häufigsten Krankheiten, wie Abdominal-Typhus werden hauptsächlich durch Wasser ausgebreitet, wie oben bewiesen worden ist. Daher muss nicht nur alles Wasser von möglichen Keimen befreit werden, die ihm beinahe mit Nothwendigkeit beigemischt sind, d. h. durch menschliche Nachlässigkeit und Unwissenheit aufgezwungen werden, sondern es müssen auch alle möglichen Massregeln getroffen werden, um zu verhindern, dass solche Keime überhaupt in das Wasser kommen.

In allen Ländern werden die Ausleerungen wo möglich in das nächste Wasser abgeführt, oder gelangen vermittelst Regen auf Umwegen dahin. Auf diesen Umwegen kommen sie auch in das Wasser der Brunnen und Leitungen, aus denen man sie fernhalten möchte. Daher müssen die Ausleerungen beisammen gehalten und in genauster Weise, ohne Verlust, und schnell an die Orte und unter die Umstände gebracht werden, in welchen sie am besten und schnellsten unschädlich gemacht werden.

Für gewisse Wasser ist auch diese Vorsicht nicht genügend, z. B. für die in Gebirgen zu sammelnden weichen Regenwasser. Hier ist es nöthig, den sogenannten Sammelgrund dadurch von Ausleerungen frei zu halten, dass man weder Menschen darauf wohnen, noch gezüchtete sogenannte Hausthiere darauf verweilen lässt. Was die darauf verweilenden wilden Thiere betrifft, so sind ihre Ausleerungen gering an Menge und bis jetzt nicht als Träger spezifischer Menschenkrankheiten erkannt. Jedoch sind alle diese selbst von Dejectionen höherer Thiere reingehaltenen Gewässer stets zu filtriren, ehe sie dem Gebrauch übergeben werden können.

Fäulniss der Ausleerungen. Wenn die zur Erde gebrachten Abscheidungen nicht schnell getrocknet werden, sondern von Erde, Regen und Thau feucht erhalten, dann in Wasser suspendirt werden, so erleiden sie zunächst die Processe der Fäulniss. Dabei werden vermöge der Materialien als Nahrung ungeheure Mengen von Organismen gebildet, deren Wirkung, obwohl nicht spezifisch krank machend, jedenfalls unangenehme Empfindungen erregt und einen physischen Zustand anbahnt, der der Entwicklung spezifischer Ursachen günstig ist. Daher die Regel, die mit jeder Strenge durch-

zuführen ist, keinerlei faulende Materien oder deren Producte auch in den kleinsten Mengen irgendwo, sei es Haus, Stall, Feld, Hof, Wald, Wasserteich etc. zu ertragen. Die Fäulniss kann nützlich sein, namentlich zur Verflüssigung und Löslichmachung fester organischer Substanzen, Processe, deren Anfang oder frühes Stadium mit Morschwerden bezeichnet wird. Die Fäulnissprocesse bedürfen der Luft nicht, und die sie bewirkenden Mikroorganismen heissen daher Ohne-Luft-Leber, Anaerobieen. Manchen unter denselben ist die Luft, d. h. der Sauerstoff derselben sogar direct schädlich, und sie werden durch die hygienische Massregel der Lüftung oder Ventilation in allen ihren Abänderungen am besten bekämpft, oder durch Abschluss der Luft am meisten befördert. Wir werden weiter unten sehen, dass man sich dieser Organismen und dieses Abschlusses der Luft systematisch bedient, um rohe Ausleerungen zu verflüssigen, löslich zu machen und zur Absorption in Erde oder Filtern und zur Nitrifikation oder im Allgemeinen zur sogenannten Mineralisation vorzubereiten.

Wenn nun solche lösliche Producte in Wasser übergehen, so sind sie sehr schwer daraus zu entfernen, machen dasselbe übelriechend oder missfärbig, oder werden so beim Stehen, z. B. in Fässern auf Schiffen, oder in Cysternen und sogar in kleinen Gefässen wie Flaschen. Themse-Wasser in heissem Sommer-Wetter wird in Flaschen in 24 Stunden deutlich übelriechend, und durch Fällung von etwas kohlesaurem Kalk, auch eine Wirkung von Bacterien, etwas trüb.

Daher resultirt die Regel, dass gefaulte gelöste Materien nie in Wasserläufe übergehen dürfen, da sie das Wasser verunreinigen und zu späterer Zersetzung und Vermehrung von Bacterien prädisponiren. Freilich reinigen einige Arten von Bacterien solches Wasser von den fäulnissfähigen oder aus Fäulniss hervorgegangenen Materien auf besondere noch nicht ermittelte Weise, allein unter einer Bedingung, nämlich dass die Menge Sauerstoff in dem Wasser nie unter ein gewisses Minimum herabgebracht werde. Denn bei Abwesenheit von Sauerstoff sterben diese Organismen, das Wasser wird steril, und hält nun alle Unreinigkeiten unverändert, oder eine langsame Fäulniss gibt zu massiven Schädlichkeiten durch Luftverpestung und Absatz von Materien Veranlassung.

Die nächste Regel ist, dass alle durch Fäulniss gelöste, oder an sich lösliche Materien, oder solche enthaltende Gewässer mit den

mineralisirenden Bacterien, den Sauerstoffträgern in Berührung gebracht werden müssen, damit sie durch dieselben einer vollständigen Zerstörung zu völlig oxydirten Producten unterliegen mögen. Diese Sauerstoffträger müssen auf irgend eine Weise auf Oberflächen befestigt sein, damit sie nicht verloren gehen, sondern grosse Mengen Flüssigkeit in kurzer Zeit an sich vorbeigehen lassen und mit Sauerstoff sättigen können. Obwohl nun ein solcher Process einer Filtration ähnlich sieht, so ist er doch kein mechanischer, wie gewöhnliche Filtration unzweifelhaft ist, sondern ein vitalistischer, von der Lebensfunction der Sauerstoffträger abhängiger Vorgang.

Die Theorie der Wasserreinigung durch Nitrifikation ist am besten durch den ganz analogen Process der Schnell-Essigfabrikation erläutert. Nur finden im Wasser noch Nebenprocesse Statt, z. B. die Zerstörung von spezifischen oder krankmachenden Bacterien, die im Essigprocess fehlen. Diese Nebenprocesse sind aber hygienisch von der grössten Bedeutung. Dasselbe gilt für den analogen Fall der Reinigung von Sielenwasser durch denselben Process. Da man nun im Stande ist, alle widrigen Materien so zu zerstören, oder zu mineralisiren, dass sie sogleich für Pflanzenwuchs verwendbar sind, oder ohne Möglichkeit einer weiteren Zersetzung oder irgend welcher Phänomene in jede Art von Wasser, sei es fliessend oder stehend, süss oder gesalzen abgelassen werden können, so ist es unsere Pflicht alles Wasser vor Verunreinigung so zu schützen, dass man einen zu beschreibenden Oxydir-Apparat zwischen die Ausleerungen und die natürlichen Wasserläufe briugt, und somit jede Verunreinigung natürlicher Wasserläufe und sowohl ihrer Abkömmlinge, der Quellen, Brunnen, Leitungen als auch der Binnen-Seen und Teiche und Weiher etc. absolut verhindert.

Diess ist nun die Schönheit des neuen Systems, dass es nicht nur das nothwendigerweise verunreinigte Wasser wieder reinigt, sondern auch zugleich, d. h. mit einer und derselben Operation die Pollution des zu brauchenden irdischen Wassers verhindert. Filtration des Wassers aus Flüssen, wie die Themse, welche die meist schlecht gereinigten Abwasser von 3 Millionen Menschen täglich empfängt, wird stets unumgänglich sein, allein sie wird einen Grad der Sicherheit vor schädlichen Bacterien und lästigen organischen gelösten Materien erlangen, die bei richtiger Verwaltung idealen Reinheitszuständen ziemlich nahe kommt.

Die Ausrottung der Sessgruben ist die allgemeinste und unum-

gänglichste Massregel zur Verhütung der Verunreinigung von Brunnen. Dieselbe führt dann zur Haus-Drainirung und Kanalisation, und diese zur Mineralisation der Kanalwasser, wie weiter unten gezeigt werden wird.

Bei Brunnenbauten muss das Seitenwasser sorgfältig ausgeschlossen werden, eine Massregel, die namentlich bei den vielen Tiefbrunnen in der Kreide vernachlässigt wird. In Alton z. B. habe ich einen öffentlichen Brunnenschacht gesehen, in den Wasser aus den Seitenschichten wie Regen mit tröpfelndem Geräusch einfliesst. Auf den englischen Kreide-Ebenen, Downs genannt, hat beinahe jedes Arbeiterhäuschen seinen eignen Brunnen von 50 bis 70 Fuss oder mehr Tiefe, aus dem die Leute, meist die Frauen, alles Wasser heraufleiern müssen. Aus solchen Brunnen habe ich Wasser geschöpft, welches beinah so unrein war wie Oberflächen-Wasser. Hier ist die Tiefe des Brunnens keine Garantie gegen Pollution. Solche Sicherheitsmassregeln müssen daher erzwungen werden. Uebrigens ist die Wasserversorgung auf diesen Downs so schwierig, dass die Zahl der Bewohner, namentlich der Arbeiter stetig abnimmt. Nach trocknen Sommern werden die Brunnen trocken, und dann wird erst das schmutzigste Sammelwasser gebraucht, bis dann die Leute genöthigt sind, Wasser Meilenweit herzuholen, was mit ihrer häuslichen Wirthschaft ganz unvereinbar ist. Die Situation ist dann auf den Downs genau so, wie sie vor der Einführung der Wasserkunst-Werke auf der rauhen Alb in Württemberg war.

Das Leben des Typhoid-Bacillus ausserhalb des menschlichen Körpers. Es wird jetzt allgemein angenommen, dass ein mit vielen Flagellen oder Geisseln versehener, stäbchenartiger Mikroorganismus, der Bacillus des Abdominaltyphus genannt, die spezifische und alleinige Ursache dieser Krankheit ist. Freilich sind noch Zweifel möglich, da er mit einem andern sehr ähnlichen Bacillus, dem des Dickdarms (Bac. Coli) leicht verwechselt werden kann. Allein der letztere verursacht keine Krankheit, obwohl er beinahe stets im menschlichen Dickdarm lebt. Nichtsdestoweniger stellen wir uns auf den Boden der Annahme der directen kausalen Beziehung zwischen dem Bacillus typhosus und dem Abdominaltyphus als unter allen Hypothesen die wahrscheinlichste, Der von dem an Typhoid erkrankten Menschen ausgeschiedene Bacillus folgt dem gewöhnlichen Lauf und Schicksal der Ausleerungen, diejenigen Theile ausgenommen, welche namentlich in schweren Fällen, in Bett und

persönlichen Hüllen verloren oder zerstreut werden. Unter günstigen Bedingungen behält der Bacillus seine Lebensfähigkeit sehr lange, so dass er z. B. in beschmutztem Bettzeug, welches aus Canada nach England geschickt wurde, die Empfängerin, welche die Gegenstände wusch, infizirte. Er widersteht der Kälte, wie oben gezeigt, und bleibt in Fäkalmaterien, in Erde, Wasser, Milch, lange am Leben, ja vermehrt sich in Nahrungslösungen. Er wird durch Hitze von über 80° C., von gewissen Giften, wie Sublimat, von Mangel an Nahrung oder Wasser, d. h. Trockenheit zerstört. Er muss daher nicht nur im erkrankten Körper, sondern für Zwecke der öffentlichen Gesundheit, namentlich in Ausleerungen, Abtritten, Sessgruben, Kanälen, Wasserflächen, Brunnen und in der Atmosphäre auf sein Verhalten untersucht werden.

Er lebt lange im Boden, und es wird angenommen, dass, da nach heissen trockenen Sommermonaten nicht selten, namentlich nach lebhaftem Regen eine Zunnahme der Morbilität und Mortalität an Typhoid eintritt, der Bacillus dadurch aus der Erde, durch die Trockniss nach oben durch die Luft in Wirkung kommt, und durch den Regen die Quellen und Ströme heimsucht. In dieser Beziehung haben die Forschungen von Buhl und Pettenkofer eine weite Aussicht eröffnet, an deren Grenzen wir noch nicht angekommen sind. Viele Beobachtungen von Epidemieen des Typhoids sprechen für verschiedene Auffassungen; hier können wir eine amerikanische Beobachtung anführen, welche Dr. Curtis mittheilt. Der Schauplatz ist ein von der Heerstrasse entferntes Dorf. Während vieler Jahre waren in demselben fast jährlich, im Herbst zwei bis drei Fälle von Typhoid vorgekommen, als nach längerer Trockniss und plötzlichem Regenwetter eine ausgedehnte Epidemie entstand, welche in 23 Häusern 30 Krankheits- und unter diesen fünf Todesfälle lieferte. Das Dorf, welches eine halbe Meile längs der Strasse gelegen war, wurde geometrisch aufgenommen, und jeder Fall nach Datum eingetragen. Es ergab sich keine geographische Folge. aber die Fälle in einzelnen Häusern auf entfernten Punkten brachen zu gleicher Zeit aus. Jedes Haus hatte seinen eigenen Wasserbrunnen; Kanäle waren nicht vorhanden. Curtis erklärt die Beobachtung folgendermassen. Während vergangener Jahre war der Boden mit typhoiden Bacillen getränkt oder besät worden; die Trockniss hatte das Grundwasser sehr heruntergebracht, als der plötzliche Regen die Bacillen neubelebte, vielleicht vermehrte, und

nun plötzlich durch unterirdische Kanäle in viele der Brunnen führte, von wo aus nun durch das Wasser viele Individuen gleichzeitig infizirt wurden. Diese Hypothese spricht für die Möglichkeit eines längeren Lebens der Bacillen unter geeigneten Umständen, vielleicht für ihre Vermehrung bei niedrigem Grundwasser, und ihre Reise durch die Brunnen in die menschlichen Gedärme. Eine Uebertragung durch die Luft ist hier nicht anzunehmen, wie auch die ganze ärztliche Erfahrung gegen eine solche Uebertragung und auch gegen die Liebermann'sche Hypothese von der Concentration im und durch das Grundwasser spricht. Hier folgte die Epidemie gerade einer Verdünnung des Grundwassers.

Warum verschwinden nun die Typhoid-Bacillen aus dem Kanalwasser der Städte, fragt Curtis, und antwortet: Obwohl Feuchte, Dunkelheit und Ueberfluss organischen Nährmaterials die Vitalität der Bacillen begünstigen, so sind sie doch umringt von einer Unzahl ihnen feindlicher Bacillen, die im Sielenwasser leben und weben, und entweder durch Producte oder direct die Typhoid-Bacillen tödten oder zerstören. Aus dem Hospital zu Homerton bei London kamen Bacillen in die Abfluss-Röhren und konnten noch auf eine Strecke nachgewiesen werden; allein eine Viertelmeile unterhalb waren sie verschwunden. Unter solcher Umgebung sind sie in weniger Zeit, Stunden oder Tagen alle zerstört.

Das Schicksal der Bacterien des Typhoids in Sessgruben ist bis jetzt nicht ermittelt. Die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass sie zerstört werden, obwohl wieder manche glauben, dass sie ein Jahr lang lebend bleiben möchten, weil Sessgruben, die sicher typhöse Ausleerungen aufgenommen hatten, bei ihrer Oeffnung und Reinigung ein Jahr später, neue Typhusfälle hervorzurufen schienen. Indessen sind diese Beobachtungen nicht vollständig genug, um einen endgültigen Schluss zuzulassen.

Man hat viel von Sielenluft als Trägerin der Bacterien oder gar als Ursache des Typhoids gesprochen, allein für diesen Zusammenhang ist keinerlei Grund vorhanden. Nie sind die Bacillen in der mühsam untersuchten Kanalluft selbst gefunden worden, auch wenn sie in dem Sielenwasser vorhanden waren. Auch in der überirdischen oder freien Atmosphäre sind sie nie gefunden worden und alte Thatsachen sprechen gegen ihre wirksame Gegenwart in derselben. Sie starben durch Austrocknen so schnell wie die Bacillen der Cholera. Höchstens könnten sie mit Staub aufgewirbelt

und durch Mund und Nase in den Verdauungskanal gebracht werden; durch Einathmen allein können sie sich nicht festsetzen.

Im süssen Wasser und im See- und Brackwasser können sie lange leben und, wie oben gezeigt, durch Austern in lebende Menschen eingeführt werden. Wenn die Temperatur günstig ist, namentlich kühl bleibt, wenn genügende Nahrung vorhanden ist und feindliche Bacterien abwesend sind, können sie Monate lang leben. E. O. Jordan fand, dass sie in sterilisirtem Wasser des Sees Michigan 93 Tage lebend blieben; in destillirtem Wasser nur 18 Tage; wurde der Dickdarmbacillus dazu gefügt, so verschwand der Typhoidbacillus bald. Winter-Epidemieen in Städten mit unreinem Wasser werden jetzt von einigen so erklärt, dass die Kälte wohl die den Typhoid-Bacillen feindlichen Bacterien, aber nicht die Typhoide selbst zerstört, und diese so im Wasser vertheilt werden lässt.

In Milch lebt der Typhoidbacillus leicht und vermehrt sich sogar wie es scheint. In die Milch kommt er durch Wasser, wie zahlreiche unbezweifelbare Fälle gelehrt haben. Durch mässige Hitze wird er darin getödtet, schon durch Eingiessen der Milch in heissen Thee.

Städte, Dörfer und Häuser, welche ihr Wasser aus unzweifelbar reinen Quellen schöpften und dasselbe rein halten, bleiben den ausgedehntesten Erfahrungen zu Folge von Typhoid frei, und etwa eingeschleppte Fälle bleiben isolirt und haben keine Macht über die Bevölkerung.

Leben des Bacillus im Körper und seine Erkennung. Man kann die haarigen Stäbchen dieses Mikrophyten in den Ausleerungen, dem Blut oder in lokalen Entzündungsproducten, die er selbst geschaffen hat, nachweisen. Man nimmt z. B. ein Tröpfchen Blut aus einer Fingerspitze, oder aus einem der kleinen rothen Hautflecken, welche für das Fieber charakteristisch sind, und bringt einen Theil seines Serums unter das Mikroscop. Der Bacillus ist sehr beweglich, während die Blutkörperchen still liegen.

Man kann die Anwesenheit des Bacillus auch aus der Wirkung seiner Producte erschliessen, wenn es nicht gelingt, ihn selbst aufzufinden; allein dieser Nachweis erfordert einen langen und komplizirten Process und ist daher nur wenigen geläufig. Ein dritter Process besteht in der Beobachtung von Wirkungen, welche Substanzen zukommen, die, wie es scheint, von dem Körper als Re-

actionsproduct gegen die Bacillen, als ihr Gift hervorgebracht und daher Antitoxine genannt werden. Für unsere gegenwärtigen Zwecke ist dieser Gegenstand von Wichtigkeit, weil er vielleicht durch Analogie, das Verschwinden der Bacillen ausserhalb des Körpers in gewissen Fällen erklären helfen könnte. Nimmt man nämlich Blut eines künstlich für Typhoid immun gemachten Thieres, sondert das Serum von den Körperchen und fügt nun dieses Serum zu Blut oder Serum von einem typhoiden Patienten, oder zu gezüchteten Typhoidbacillen, so findet der folgende merkwürdige Effect statt: die Peitschen oder Flagellen hören auf sich zu bewegen, und rollen sich auf, dadurch verlieren die Bacillen jede Beweglichkeit und liegen still; während der letzten Bewegungen kleben sie zusammen oder verfilzen sich mit den Flagellen und bleiben nun als Klumpen liegen.

Der typhoide Bacillus ist in der Ausleerung schwer, manchmal gar nicht zu finden, im ganzen vielleicht nur in acht Procent der Präparate und Kolonien. Noch schwieriger ist er im Blut zu finden, selbst wenn man die Exanthemstellen ansticht. Vielleicht ist er im Harn leichter zu finden, wenn man dazu Dibdin's Mikrofilter verwendet und Kolonien züchtet, oder den kleinen Rückstand geradezu im Inkubator sich vermehren lässt. Allein in Bezug auf letzteres Vorkommen sind die Angaben noch zu widersprechend unter sich selbst und aller Analogie zu sehr entbehrend, um ein Urtheil zu erlauben.

Die Energie und Entschlossenheit, der Muth angesichts grosser Gefahren, welche einige Bacillologen entfaltet haben, ist über alles Lob erhaben. In wenigstens fünfzig Fällen, die mir vorliegen, haben die Forscher Hohlnadeln in die Milz eingeführt, daraus Blut entnommen und dieses zu ihren Forschungen benützt. Die dabei gemachten Erfahrungen scheinen spätere Untersucher von Wiederholung der Procedur abgehalten zu haben.

Man muss also für die Diagnose der Krankheit von der Auffindung des Bacillus absehen: die klinische Beobachtung ist hier weit über die bacteriologische erhaben. Zudem ist die Aehnlichkeit mit dem Dickdarm-Bacillus noch so täuschend, dass Niemand die beiden absolut unterscheiden kann; sie nehmen dieselben Farbstoffe an. Dabei sind sie aber in gewissen Fällen andern Bacterien in grosser Zahl der Arten, bis zu fünfzehn steigend, den typhoiden beigemischt, die noch kaum studirt und daher nicht genügend unter-

schieden sind (Bacilli pseudotyphosi). Neuere Enthusiasten haben dreissig verschiedene, aber dem Typhoidbacillus ähnliche „Species“ unterscheiden wollen. Es geht hier wie bei der Analyse des Himmels, jeder Fortschritt in der Vergrösserungskraft der Fernröhre bringt neue Zahlen von Sternen zum Vorschein.

Um ein Recht zu haben, Bacillus typhosus zu heissen, muss ein Object wenigstens folgende Bedingungen erfüllen:

Die Erscheinung seiner Kolonien auf Gelatine-Platten muss charakteristisch sein.

Er muss sich lebhaft bewegen.

Er muss mit vielen Flagellen an allen Theilen versehen sein.

Er muss durch Gran's Methode, d. h. mittelst Jod-Jodkali entfärbt werden.

Er muss auf Züchtungsmaterialien, welche Trauben-, Milch- und Rohrzucker enthalten, ohne Gasentwicklung wachsen.

Er muss in Milch ohne Gerinnung derselben wachsen.

Er muss in Eiweiss haltigen Medien ohne Bildung von Indol wachsen.

In Molke muss er Säure erzeugen, die indess drei Procent nicht übersteigen darf.

Er muss auf der gekochten sterilen Kartoffel wachsen.

Er darf nicht in Maassen's Normallösung mit Glycerin wachsen.

Um alle diese Examina zu bestehen, muss sich selbst ein Vollblut-Nervenfieber-Bacillus sehr zusammen nehmen.

Einige der konkurrirenden oder „personirenden“ Bacillen kann man durch ein Kartoffel-Gelatin, welches ein Procent Jodkali enthält, isoliren. Auf solchem Leim wachsen neben dem Typhoid-Bacillus nur noch der Dickdarm-Bacillus und der sogenannte Alkali erzeugende fäkale Mikrophyt. Viele andere gleichzeitig im Urmaterial enthalten sind durch diesen Kartoffelleim ausgeschlossen. Er bekommt ihnen nicht.

Weitere Reactionen der Bacillen und auf dieselben. In allen diesen Aufschlüssen ist so viel Wirklichkeit, dass man nicht gerade geneigt ist, das Ganze für undenkbar zu halten, auf der andern Seite wird viel Dichtung oder Romanze beigemischt, mit dem Resultat das Unmöglichste wahrscheinlich zu machen. Derart Romanze ist z. B. die Chemotaxis, d. h. eine eingebildete Fähigkeit der Bacterien, im Körper ihre Speise in der Ferne riechen oder sonstwie diagnostiziren zu können und ihr dann nachzureisen.

Die Cytophagie ist eine ähnliche Romanze, obwohl hier die Bacterien Beute und nicht Raubinstrumente sind. Bei allen grossen Leistungen der Bacteriologie sind ihre Vertreter leider zum Theil sehr einseitig und der chemischen Betrachtung abhold, ihnen zum grossen Nachtheil.

Dass die pathogenetischen Mikrophyten durch Gifte wirken, welche sie erzeugen, wie die Essigmutter Essigsäure oder Hefe Alkohol, ist wohl allgemein zugegeben. Wiederum soll das Gift der Typhoidbacterien denselben anhängen und selbst nach deren Tod in denselben bleiben. Es kann aber ausgezogen und dem Blut von Thieren in allmählig steigenden Mengen einverleibt werden; es macht dann diese Thiere ebenso allmählich geschützt gegen den Effect von Mengen des Gifts (Toxin), welche zu Anfang tödtlich gewesen wären. Dieses Blut oder sein Serum, d. h. Blutwasser, wirkt nun als Gift auf den typhoiden Bacillus selbst. Dieser erstaunliche Vorgang wird nun so erklärt, dass die steigenden Mengen Toxin im Organismus eine Reaction anregen, vermöge welcher derselbe ein dem Toxin entgegenarbeitendes Gift, Antitoxin, ausarbeitet, welches nun das Toxin auf irgend eine Weise neutralisirt. Man benutzt dies nun zur Diagnose von Bacillen aus Wasser oder Erde, oder irgendwoher wie folgt. Man veranstaltet eine Kultur oder Wachsthum auf einer Platte, oder mit Kartoffel-Leim, mischt eine kleine Menge der verdächtigen Kultur (oder Kolonie) mit einer kleinen Menge des Serums des Blutes eines künstlich immun d. h. unempfänglich gemachten Thieres und bringt dann diese Mischung in die Bauchfellhöhle eines für das Toxin des Typhoid-Bacillus empfänglichen Thieres. Wenn die Kolonie aus wirklichen Typhoid-Bacillen bestand, so wird die Mischung kein Krankheitssymptom erzeugen, da die Antitoxine des Serums die typhoiden Bacillen unschädlich gemacht haben. Waren jedoch die Bacillen andere als typhoide, so werden sie ihre eigenen Phänomene entwickelen, gerade als ob das Serum nicht gebraucht worden wäre.

Wegen der Schwierigkeit, immunisirte Thiere stets bereit zu halten, kann diese Reaction practisch nur sehr wenig Verwendung finden, selbst wenn sie diagnostisch und namentlich sicher wäre. Da sich aber der Typhoid-Bacillus nur in der Minderzahl der klinisch als Nervenfieber erkannten Fälle isoliren lässt, ist die Reaction für die Mehrzahl der Fälle unanwendbar.

Es bleiben jetzt als mögliche Reactionen auf Typhoid die Ent-

6*

deckung von bacteriellen Producten oder Toxinen in den Exkreten des Patienten, und die Prüfung ob oder nicht sein Körper auf eingeführtes bacterielles Toxin auf spezifische Weise reagiert.

Ich habe diese Vorschläge für Studien oder Hypothesen hier erwähnt, um die Masse der Probleme und die äusserst vielfältigen Verzweigungen derselben dem Leser vorzuführen. Die moderne Tendenz, schnelle und auffallende Resultate zu erlangen, schliesst die grössten Gefahren ein. So haben selbst verdiente Forscher an dem Versuch, ein Toxin des Typhoids, Typhotoxin, chemisch zu behandeln, ein Fiasko gemacht. Noch schlimmer ist es den Dichtern der Chemotactischen Träume ergangen, da ihre vielkernigen Leukocyten, welche die Bacillen oder ihre Gifte aufessen sollten, gerade im Typhoid-Process, wenn er normal und ohne Complikation verläuft, ausblieben.

Eine andere Entdeckung, die viel Sicherheit verspricht, ist die folgende: Wenn man zu Typhoid-Bacillen aus Kulturen Blut oder Serum von Menschen bringt, welche an Typhoid leiden, so kleben die Bacillen zusammen oder verfilzen ihre Flagellen und hören auf sich zu bewegen (ausser an den Rändern der Klumpen, wo ich sie in lebhafter Bewegung sah, was einige Demonstranten mir jedoch als Schwingung durch Strömung auslegen). Um diess für die Erkenntniss von Typhoid im Menschen zu benutzen, verfährt man wie folgt: Man fügt zu 10 Theilen einer Fleischbrühe-Kultur mit lebhaft sich bewegenden Bacillen einen Theil Blutwasser des Patienten, dessen Leiden festzustellen ist. Die Fleischbrühe-Kultur ist stets schwach trüb durch die darin vertheilten Bacillen. Wird nun zu einer solchen in einem dünnen Röhrchen enthaltenen Kultur das Zehntel von Serum eines ächten Typhoid-Kranken zugesetzt, so verschwindet die Trübung bald und sammelt sich als kleine Menge in dünner Lage am Boden der Röhre. Das Wölkchen besteht aus Klumpen der zusammenhängenden Bacillen, die ganz bewegungslos sind. Stammte das der Kultur zugesetzte Serum nicht von einem an Typhoid Erkrankten ab, so lebten die Bacterien einfach weiter, ohne ihre Gestalt oder ihre Function zu verändern.

Diese Reaction, nach ihren Entdeckern Pfeiffer's und Widal's genannt, wurde in Amerika zunächst von der öffentlichen Gesundheitskommission zu Montreal in Canada und dann von der New-Yorker Gesundheitskommission zu öffentlichen Zwecken angewandt. Es stellte sich nun heraus, dass der gemeine Bacillus des Dick-

darms und einige andere Bacillen, sich ebenso verhielten und mit Typhus-Serum agglutinirten und sanken. Daher ist die Reaction keineswegs diagnostisch für den typhoiden Bacillus (der Kulturen), aber als einfach naturhistorisches Phänomen ist sie unschätzbar. Sie hat aber eine practische Seite; sie könnte nämlich durch die Negative nützlich sein, auf diese Weise: Wenn eine Typhoid-Bacillen-Kultur mit $^1/_{10}$ eines Serums vom Menschen gemischt, nicht ihre Bacillen zur Ruhe setzt und klar wird, so kommt das Serum von einem Menschen, der an Typhoid nicht leidet.

Allein dieses Resultat, obwohl wahr, ist wieder bedingt. Erfahrung zeigt, dass die Kultur nicht mehr als 24 Stunden alt sein darf, um entschiedene Resultate zu liefern. Auch muss das zuzusetzende Serum verdünnt sein, zu einem noch zu bestimmenden Grade, weil normales unverdünntes Serum Bacterien tödtet und diese Fähigkeit durch einige Krankheiten erhöht wird.

Wir haben also vor uns eine Eigenschaft des Blutes oder Serums von typhoiden Kranken, die nicht nur gegen gezüchtete typhoide Bacillen, sondern auch gegen andere Bacillen analog reagirt. Diese Reaction kann umgekehrt, mit verschiedenen Bacillen gegen menschliches Serum versucht werden und zu weiteren Resultaten führen. Die Materie in Blut oder Serum hat sich dem geringen Versuche sie zu studiren entzogen, was Niemanden befremden kann, der die elementaren chemischen Kenntnisse und Fähigkeiten gar mancher Bacteriologen in Betracht nimmt. Die Angabe, dass diese Materie in Blut, der Milch, dem Harn, in Thränen, Eiter, in Serum von Blasen durch Canthariden erzeugt vorhanden sei, hat sehr geringen Werth; sie tödtet die Bacillen nicht; sie ist nicht in den Blutkörperchen enthalten. Manche meinen, sie sei ein sogenanntes Albuminoid oder eine sogenannte Albumose; allein sie ist dialysirbar. Diese geringen chemischen Experimente haben bis jetzt keinen Werth.

Bis zum Ende des Jahres 1896 war Widal's Reaction in Amerika in über 1500 Fällen benutzt worden. Von diesen Fällen waren zweifellos oder wahrscheinlich Fälle von Typhoid = 832. Die Reaction bestätigte Typhoid in 690 Fällen oder 83 %; sie verneinte in 73 Fällen oder 9 %; zweifelhaft blieben 69 Fälle oder 8 %. Wurde Serum von Gesunden oder von an andern Krankheiten als Typhoid leidenden zu Kulturen des Typhoid-Bacillus ge-

setzt, so gaben aus 732 Versuchen 697 oder 97 % ein negatives und nur 36 Fälle oder 3 % ein positives Resultat.

Es scheint, dass typhoides Blut seine agglutinirende Thätigkeit schon am zweiten Tage des Auftretens der Krankheit zeigen kann. Je länger die Fähigkeit verschoben ist, desto geringer ist der Werth des Phänomens, da um den sechsten Tag die gewöhnlichen Symptome alle Zweifel ausschliessen. Nun sind aber unter den obigen Resultaten nur sehr wenige, die sich auf die ersten sieben Tage beziehen.

Vielerlei Krankheiten disponiren das Serum, mit Bacillenkulturen wie Typhoid-Serum zu reagiren; die Reaction wird delikater mit abgeschwächten, attenuirten Kulturen. Die Reaction kann auch durch noch nicht ermittelte Umstände aufgeschoben werden und nur nach einiger Zeit, bis zu Stunden verspätet erscheinen und muss dann doch als positiv betrachtet werden.

Die klinische Diagnose ist daher der bacteriellen gegenwärtig weit überlegen; die bacterielle Forschung würde viele Fälle von Typhoid gar nicht ermitteln können. Eine chemische Behandlung des Typhoid-Giftes hat noch nicht stattgefunden, und was darüber gedruckt steht, ist werthlos. Wenn fragliche Bacillen aus Wasser, Erde oder anderen Materien gezüchtet worden sind, können sie Widal's Reaction mit Vortheil unterworfen werden.

Seltenheit des Typhoids bei Kindern unter zwei Jahren. Um die Immunität und ihre Bedingungen besser kennen zu lernen, muss man alle Fälle natürlichen Schutzes betrachten, welche sich in der Praxis dem Beobachter darbieten. Northrup in New-York hat die Daten gesammelt, welche beweisen, dass Kinder unter dem Alter von zwei Jahren sehr selten von Typhoid befallen werden, auch wenn sie unter einer Bevölkerung leben, in welcher die Morbilität daran hoch ist. In dem Findelhaus in New-York ist in 25 Jahren kein einziger Fall beobachtet worden. In 2000 Autopsien an Leichen von Kindern unter dem Alter von drei Jahren ist kein Typhoid gefunden worden. Von 1800 Kindern dieses Instituts sind 1100 in Pflege bei Leuten in vielen Theilen der Umgebung New-Yorks; die Kinder sind alle weniger als drei, die meisten weniger als zwei Jahre alt. Sie werden meist mit Milch und Wasser genährt, und die Milch wird selten gewärmt, wohl nie gekocht; die Milch kommt aus dem Spezereiladen „an der Ecke“. Die Kinder trinken auch Wasser und leben in Mitten einer Bevölkerung, welche

die laufende Zahl von Typhoidfällen liefert. Auch in dem New-York Infant-Asylum sind in acht Jahren unter 10 000 Erkrankten und in 700 Autopsien keine Fälle von Typhoid beobachtet worden.

Nur in sehr bösartigen Epidemieen und bei häufiger und massiver Einwirkung der Infection werden Kinder angegriffen. So herrschte in Stamford in Connectikut eine Epidemie die 406 Individuen ergriff; unter diesen waren vier junge Kinder. Ein Kind war dreizehn Monate alt und war Glied eines Haushalts, in welchem vier an Typhoid leidende Patienten lagen; das zweite Kind war sechszehn Monate alt, die zwei weiteren waren 22 Monate alt. Eins derselben starb früh an Broncho-Pneumonie. Hier war die „Milch" als Vehikel angeklagt und der Brunnen unter dem Haus des Milchhändlers soll die Bacillen geliefert haben.

Schutz gegen Typhus durch ärztliche Krankenbehandlung. Der venerabele Professor der Pharmakologie zu Giessen, Nebel, erzählte mir im J. 1850, dass in seinen jungen Jahren Nervenfieber unter anderm mit Wasserentziehung behandelt wurde. Als er selbst einst daran litt, quälte ihn der Durst, aber das Wasser wurde ihm verweigert. Er bat daher, sein Gesicht waschen zu dürfen, tauchte es in die gebrachte gefüllte Schüssel und trank die ganze Schüssel aus. Dieser Trunk, sagte er, hat mich vom Tode gerettet.

Man hat viel vom „Coupiren" des Typhoids geredet, und während einer Epidemie in der Giessener Maternität, an welcher in einem Sommer neun Neu-Entbundene Theil nahmen, habe ich den Calomel in Skrupel-(20 Gran-)Dosen anwenden sehen, immer mit der angeblichen Absicht, den Typhus zu „coupiren". Später sah ich dann einige Ueberlebende in dem chirurgischen Hospital, Skelette, salivirend, mit handgrossem Dekubitus auf dem Kreuz und Geschwüren ähnlicher Art an Hüfte, Wirbeln, Hinterkopf und vielen Gelenken. Auch ein junger Arzt wurde so behandelt und wäre beinahe selbst coupirt worden, kam aber mit einer Salivation davon.

Dann kam Chlorwasser in Ruf und ich höre noch die Kranken nach jeder Dosis husten und leiden. An Verhütungsmassregeln dachte damals Niemand. Die lokale Epidemie forderte ihre jährlichen Opfer an „Nervenfieber", aber die prozentige Sterblichkeit war unter 15. Die Ausbrüche galten für Naturgesetz. Das Städtchen war gefüllt mit den grässlichen Winkeln und Sprühhütten zwischen den Häusern; die Winkel waren durch Thüren von der Strasse abgeschlossen. In den inneren Quartieren für Studenten

waren Kübel die Regel. Als ich das für mich gemiethete Quartier bezogen hatte, bemerkte ich diese Einrichtung mit Entsetzen und habe sie absolut stets vermieden. Als ich das Fenster öffnete, um auf die Strasse zu sehen, kam mir eine Wolke von Moschusgeruch entgegen. Ich berief die Dienerin und hörte, dass im Nachbarhaus der stud. F. im vorigen Semester an Typhus erkrankt und in den Ferien gestorben sei. Ich schickte dann nach frischem Wasser und sah wie die Dienerin meine Wasserflasche auf die Strasse trug und dort aus der buchstäblich in der Strassengosse stehenden Pumpe füllte. Aus dem Winkel zwischen meinem Logis und dem Haus mit dem Moschus-Todten-Geruch floss Jauche gerade auf die Pumpe los. Das war meine erste Sanitäts-Lection. Nie habe ich aus dem Brunnen getrunken. Sobald als möglich verliess ich die Nachbarschaft und ging in eines der neuen Häuser ausserhalb der Stadt.

Später in Heidelberg ging es mir abermals so; ich hatte beim Miethen nicht in den grässlichen Winkel gesehen, über den die mir gerühmte „Aussicht aufs Schloss“ ging. Auch von hier flüchtete ich in die Anlagen, in ein jetzt verschwundenes Gartenhaus. Auch in Heidelberg wurde Typhoid durch Brunnen ausgetheilt, allein man konnte Wasser aus öffentlichen fliessenden Brunnen aus dem rothen Sandstein holen lassen. Später habe ich dann im Norden Deutschlands viel Aehnliches gesehen, und die Typhoid- und die Cholera-seuche im Jahr 1850 in der schleswig-holsteinischen Armee, in Hamburg und Umgebung hat mir schreckliche Andenken hinterlassen. Ein grosser Theil meiner Lebensthätigkeit ist auf Abstellung dieser Zustände gerichtet gewesen, und ich sehe mit Freuden den Fortschritt, welchen Deutschland in dieser Beziehung gemacht hat. Ich habe denselben im J. 1865 kräftig unterstützt, und wenn ich jetzt noch einmal die Feder ergreife, die Bewegung vollenden zu helfen, so ist mein einziger Wunsch, meine Landsleute im Besitz aller Schutz- und Trutz-Massregeln zu sehen, welche sie in den Stand setzen mögen, sich auch von allen Feinden der Gesundheit so vollständig wie von politischen Feinden zu befreien oder zu schützen. Ich erwähnte oben das formulirte Coupir-Verfahren, und war nicht wenig erstaunt etwas Aehnliches in neuer Zeit in deutschen Kliniken auftauchen zu sehen. Aber die „Farbwerke“ haben auch das anders kolorirt und jetzt loben uns die Ueberlebenden nicht mehr wegen des Chinins und Terpentins, des Weins und Cognacs, auch lassen wir die Trauerhäuser ohne den duftenden

Moschus, der noch viele Monate lang anzeigt, dass hier die Heilkunst mit einem Todeskampf gerungen hat. Wir lassen auch nicht mehr zur Ader, und dem doctrinären Kanon hat die Annonce den Garaus gemacht. „Als zuerst die kleinen viereckigen Schächtelchen von Ueber dem Meer zu uns kamen, sagt der Amerikaner Ely, mit den wundervollen Anpreisungen der Annehmlichkeit ihres Inhalts für Gaumen und Magen und ihren milden antipyretischen Wirkungen, mit welcher Eile und welchem Eifer haben wir nicht diese Produkte unsern Kranken aufgedrängt, und mit welchem Vergnügen sahen wir das Quecksilber in unserem Fieber-Thermometer heruntergehen! Jetzt scheint es uns sonderbar, dass wir so lange Zeit brauchten, um die schädliche Reaction dieser Stoffe in der Form von Nervenschwäche und Herzlähmung zu bemessen!" Die unorganischen arbortiven Producte der Farbenfabriken waren noch schlimmer als der emetische Tartarus, der auch das Fieber herabsetzte, sich aber doch bemessen und führen liess. Das Sprichwort „Medicina non facit saltum" konnte so übersetzt werden, als ob sie nicht weiter komme, und die Anzeigen in den Zeitungen behandelten und beherrschten die Kranken. Guaiacol, Salol, Phenole und ihre hunderte von Producten, ihre jodirten, chlorinirten oder sonstwie hundertfach substituirten Derivate wurden auf dem heutigen Marktplatz ausgeschrieen und die Quacksalberei erschien in akademischem Aufzug. Die Frechheit der Annonce nöthigt jetzt die Kranken oder ihre Umgebung, und die Laien bringen bei der Konsultation in Vorschlag, was sie gerade an den Stadtmauern angezeigt gesehen haben. „Sie dienen, sagt Ely, die Menschen zu täuschen, dass etwas geschehe. Warum sollte ich für sie einstehen, wenn ich weiss, dass schon der nächste Marktschreier sie mit kaltem Wasser übergiesst." Warum sollte ich sie in Vorrath nehmen, sagt der Apotheker, wenn ich weiss, dass sie nach dem Verkauf von wenigen Gaben liegen bleiben. Also auch diese neuen Coupirverfahren heilen nicht, und der letzte Versuch mit Phenacetin, zu dem ich gerufen wurde, wäre beinahe durch sechsstündigen Singultus, das krampfhafte Schluchzen; tödtlich verlaufen. Redet nicht mehr despectirlich von der Polypharmacie, sie ist wie der Aberglaube ein Product der Beschränktheit des grossen Haufens und wird dem Träger der Wissenschaft auch heutzutage wie zu allen Zeiten nur zu häufig aufgedrungen.

Die grossen Grundsätze der Krankenbehandlung passen auf

beinahe alle Krankheiten. Frische Luft und reines Wasser werden Niemanden verweigert, Allen geboten. Wie schön hat nicht unser verehrter Stromeyer „über den Einfluss systematischer Ventilation auf den Verlauf des Abdominaltyphus" geschrieben, und wie kommt, ein Menschenalter nach seinem Tode, das freudige Echo seiner Lehre eben, während ich schreibe, vor mich aus Amerika und von den Antipoden! Ely legt seine Typhoidkranken womöglich zwischen zwei offene Fenster. Wie gut verliefen die Nervenfieber in den luftigen Zelten des internationalen Feldhospitals auf dem Rochusberg am Rhein im J. 1870. Auch dort war absolut rein filtrirtes Wasser und reine Drainage, Zerstörung der Aphodeumen durch Erde und Feuer, und in der ganzen Zeit erfolgte kein Fall von Ansteckung unter dem zahlreichen Wartepersonal.

Speise und Trank wird keinem Kranken verweigert, sondern beide werden ihm in physiologisch bestimmtem Masse gereicht. Man weiss, dass ein Erwachsener täglich eines bestimmten Gewichts an Kohlen- und Stickstoff in der Gestalt verdaulicher Substanzen bedarf, und wenn er sie nicht in der Form von Speise empfängt, den Ausfall aus seinem eigenen Fleisch und Blut liefern muss. Daraus folgt, dass man dem Kranken soviel Speise und Trank zuwenden muss, wie irgend mit seinem Zustand in Einzelfunctionen verträglich ist. Die „halbe gedörrte Zwetschen-Diät" der Hunger-Asklepiaden ist durch diese physiologischen Grundsätze ausgeschlossen.

Es wird jetzt viel Missbrauch mit Fleisch-Extract und Brühe getrieben, wovor das Publikum gewarnt werden muss. Bouillon hat keinerlei ernährende Eigenschaft, sondern ist nur ein angenehmes mildes Reizmittel. Sie gibt anderen Speisen Wohlgeschmack und trockenen Gerichten ein Vehikel durch Feuchtigkeit. Weil sie den Kranken so häufig aufgedrängt wird, erscheint sie ihnen leicht widerlich und muss daher mit Vorsicht angewandt werden. Milch in Mengen von zwei bis drei Liter täglich, Eier, namentlich rohes Eigelb, weisses Waizenbrod, Mehlspeisen bleiben die beste Krankennahrung bis man Fleischgerichte brauchen kann. Peptone sind mit grosser Vorsicht zu brauchen, da sie leicht eckelhaft sind und im Verdauungs-Kanal in lebhafte Fäulniss übergehen.

Die persönliche Wartung des Kranken durch Dienstpersonal oder Verwandte und Freunde erfordert geduldige und liebevolle

und doch energische Thätigkeit. Beim Typhoid wie bei Ruhr und Cholera machen die Ausleerungen und ihre Fortschaffung die grössten Schwierigkeiten, die mit allen Mitteln zu bekämpfen sind. Von diesen sollen die Desinfection bewirkenden gleich besprochen werden. Alle Massregeln zur Verhütung des Aufliegens, des sogenannten Dekubitus, müssen frühe und dauernd angewandt und durchgeführt werden. Hier spart zeitliche Sorge und Fürsorge oft Wochen und Monate langes Leiden; bei bewusstlosen oder somnolenten Kranken ist rücksichtslose Energie nöthig. Bei Kranken, welche mit halbgeöffneten Augen liegen, müssen die Lider stets mit einprocentigem Salzwasser befeuchtet, häufig geschlossen oder Nachts mit leichten Bäuschchen und Binden verschlossen werden, um Trockniss der Hornhaut und darauffolgendes Absterben und Verschwärung der Aussenseite zu verhindern. Ich habe als Arzt vier Cholera-Epidemieen behandeln helfen, und die schrecklichen Augenleiden im Fieberstadium haben mir diese vermeidliche Folge tief ins Gedächtniss geprägt.

Die eigentliche ärztliche Behandlung ist hier nicht zu beschreiben, sondern wird dem Mann der Wissenschaft überlassen. Einige Massregeln mögen der Aufmerksamkeit der Laien empfohlen sein, damit sie den Aerzten leichter gehorchen. Wenn ein Typhoidkranker an einer Blutung leidet, so dass die Temperatur plötzlich fällt, und man an Durchbruch eines Eingeweidegeschwürs denken muss, so ist die Eröffnung der Bauchhöhle, auch wenn nur als diagnostische Sicherheitsmassregel in Betracht zu nehmen. Meine Erfahrung in Kriegslazarethen bestätigt nur die allgemeine Erfahrung, dass unter geregelten Bedingungen Wunden an typhoiden Kranken heilen, ohne an dem typhoiden Process Theil zu nehmen. Daher gibt es auch keine Beschreibungen von Besonderheiten solcher Wunden.

Es gibt Fälle, in welchen ein Zusammentreffen widriger Umstände einen sogenannten „septischen" Zustand hervorruft und dann jede Hoffnung und Massregel fehl schlägt. Der Art sind Diptheritis, Scharlachfieber oder Lungenentzündung, alle mit dem Adjektiv septisch gekennzeichnet. In solchen Fällen wird eine so hohe Entwicklung der Krankheitsursache angenommen, dass sie das Nervensystem tödtet. Derartige Fälle sieht man in Kriegszeiten nicht selten, namentlich an starken schönen Männern. Die Fälle von Scharlach, Dyssenterie, oder Typhoid derer, die ich gesehen oder behandelt

habe, sind meinem Gedächtniss eingeschrieben. Im Feldhospital auf dem Rochus-Berg am Rhein in 1870 erschien sogar die Werlhoff'sche Krankheit, die seit 1812—1813 nicht wieder gesehen worden war, und zwar wie damals war sie auf nationale Polen beschränkt. Erst bei einer Autopsie stellte sich ihre Identität mit Typhoid heraus. Hier wurde jeder kleine Fleck des Exanthems ein blutendes Pünktchen. Die Kranken schwitzten Blut. Jedes Haar hatte etwas Blut an seiner Wurzel und das Kopfhaar war mit getrockneten Blutperlen an seinen Wurzeln besät. Diese Kranken wie die schweren Scharlachfälle waren vollständig bewusstlos, obwohl mit offenen Augen ohne Gehör und Verständniss.

Als tröstenden Contrast kann ich folgenden Fall aus vielen ähnlichen aus dem internationalen Kriegshospital erzählen. Ein preussischer Füssilier kam mit der Eisenbahn aus Rheims ins Hospital und war bedeckt mit Typhoidexanthem. Er wurde nach den Regeln behandelt und gepflegt. Vierzehn Tage nach seiner Aufnahme erschien er eines Morgens vor mir vollständig gekleidet und bewaffnet. Ich remonstrirte und er entgegnete, er sei ganz wohl. „Mein Oberst hat mir gesagt, als ich wegging, ich möchte bald wieder kommen, er brauchte mich." Ich schrieb ihm ein motivirtes Gesuch um „Schonung", so dass er sich hoffentlich erholen konnte. Es war solche Art von Herz und Geist, welche den Sieg damals erringen half.

Desinfection der typhoiden Ausleerungen. Da es nun bewiesen ist, dass die Ursache des typhoiden Krankheitsprocesses ein sich selbst reproducirender Bacillus ist, der im menschlichen Eingeweide und im Körper parasitisch lebt, und denselben hauptsächlich in den Ausscheidungen verlässt, und dann lange leben und sich auf vielen Wegen weit verbreiten und zahlreiche Menschen mit Krankheit und Tod bedrohen und heimsuchen kann, so ist die rasche Zerstörung desselben die erste und Hauptpflicht der ärztlichen Kunst. Die Zerstörung muss so bald als möglich nach der Ausscheidung geschehen, namentlich weil der Bacillus durch Verweilen ausserhalb des Körpers seine Virulenz vergrössert, nach einem noch nicht erklärten Verhalten, das vielen Krankheitsursachen gemein ist, nämlich dass sie durch äussere Einflüsse an Virulenz gewinnen oder verlieren. Kälte und Trockenheit zerstören den Bacillus nicht leicht. In typhoiden Ausleerungen, auch wenn sie sich zersetzen, lebt er bewiesener Maassen drei Monate lang; er kann auf der sterilen gekochten Kartoffel zwei Jahre lang aushalten, auf sterilisirter Lein-

wand mehr als zwei Monate, wie zuerst das kanadische Bettzeug bewies und besondere Versuche bestätigt haben; in sterilisirter Gartenerde hält er wenigstens drei Wochen lang aus und in gewöhnlicher Erde fünf und einen halben Monat lang. In trockenem Zustand ist er zwei Monate lang am Leben geblieben, ohne seine Fortpflanzungskraft zu verlieren oder auch nur zu vermindern.

Ich hatte schon um 1853 Nachrichten über Typhoid-Epidemieen in deutschen Städten gesammelt, welche eine bestimmte Lokalisation andeuteten, die über viele Jahre hinaus dauern kann. Ein Fall der Art war das Haus, welches der Universitäts-Rentamtmann in Giessen als offizielle Residenz bewohnte. Es lag ziemlich isolirt im Hof eines Universitätsgebäudes an einem freien Platz, dem sogenannten Brand. Hier ereignete es sich zur Zeit meines Aufenthalts, dass ein neuer Rentamtmann in das Haus eingezogen war und bald darauf mehrere seiner Familienglieder von Typhoid ergriffen wurden. Meine Nachfragen belehrten mich, dass der vorige Rentamtmann bald nach seinem Einzug in das Haus ein gleiches Schicksal zu erleiden gehabt hatte. Da ich zufällig diese Ereignisse erwähnte, erzählte mir ein alter Herr, Namens App, Polizeisekretär in Oberhessen, dass in seiner Jugend sein eigener Vater zum Universitäts-Rentamtmann ernannt in dasselbe Haus eingezogen sei und bald darauf beinahe seine ganze Familie an Abdominaltyphus erkrankt sei, woran auch er, der Informent damals gefährlich darniedergelegen habe. Wir haben also hier den merkwürdigen Fall, dass drei auf einander folgende Bewohnerschaften dieses Hauses innerhalb vielleicht fünfunddreissig Jahren von Typhoid ergriffen wurden. Ich schloss daraus schon damals, dass das typhoide Infectionsmaterial an der Stelle überlebt und die neuen nicht immunen Bewohner angefallen habe. Mit der Kenntniss des Bacillus nun und der Art seiner Langlebigkeit und Vermehrbarkeit und Uebertragung durch Brunnenwasser scheinen mir diese Ereignisse eine vollständige Erklärung zu finden. Ich forschte nun ähnlichen miasmatischen Zuständen in der Stadt nach, traf aber bald auf Opposition und Verweigerung von Information, was aber nicht verhinderte, dass ich drei ähnliche Heerde ermitteln konnte. Zeit, auch lange Zeit tödtet den Bacillus nicht und er muss daher stets auch im kleinsten Detail verfolgt und ausgerottet werden.

In dem Internationalen Feldlazareth auf dem Rochusberg in 1870 liess ich die typhoiden Ausleerungen, welche in getrockneter

Erde aufgenommen wurden, auf einem grossen mit Eisenplatten belegten Heerd durch Feuer sterilisiren und dann in benachbartem Heideland begraben. Alle Utensilien wurden streng mit Chlorzink oder Karbolsäure desinfizirt und in Strömen reinen Wassers gescheuert. Der Schutz war vollständig; kein Fall von Typhoid durch Ansteckung ereignete sich, obwohl beinahe die Hälfte der Kranken daran litt.

Das beste Desinfectionsmittel unter den chemischen Reagentien ist der Sublimat, das Doppel-Chlorid des Quecksilbers. Die Lösung eines Theils in 50 000 Theilen Wasser tödtet den Bacillus beinahe augenblicklich. Thompson verlangt, dass der Lösung die Hälfte des Gewichts des Sublimats an käuflicher Salzsäure zugefügt werde, damit etwaige Verbindungen des Sublimats mit Eiweiss- oder andern Ausscheidungsproducten zerstört oder gelöst werden und genug Quecksilbersalz frei bleibe, um die Bacillen zu erreichen und zu tödten. Die Lösung muss daher auch sorgfältig mit den Ausleerungen gemischt werden, selbst wenn die letzten direct in das Desinfectionsmittel ausgeleert werden. Alle dabei zu beobachtende Vorsicht gegen Corrosion des Kranken oder des Wartepersonals wird der Arzt auseinandersetzen. Der Vorsicht halber soll der Harn ebenfalls durch dieselbe saure Lösung desinfizirt werden, obwohl nicht mit Sicherheit erwiesen ist, dass Bacillen darin auftreten. Der Mund der Kranken soll mit Flocken steriler entfetteter Baumwolle an Holzstäbchen gebunden und in übermangansaure Karbollösung getaucht ausgewischt und dann mit derselben Lösung und endlich Wasser ausgespült oder ausgesprüht werden. Niemals sollten sich trockene oder zähe Sordes an Zähnen oder Lippen befinden, und jeder Fötor der Zunge oder des Rachens sollte sorgfältig unterdrückt werden. Ich habe diese Vorsorge auch beim exanthematischen Typhus mit grossem Erfolg angewandt. Sputa sind ebenfalls zu desinfiziren und zwar mit Sublimatlösung, weil in der Pectoral-Form Bacillen in die Sputa übergehen. Manche werden diese Methode für Pedanterie erklären oder halten, allein diese Denkweise sollte Niemand beirren, oder von der genauesten Ausübung der beschriebenen Pflichten abhalten.

Man präparire oder beschaffe eine Lösung von 28 Gramm Sublimat, 14 Gramm käuflicher Salzsäure in 18 Liter Wasser und nehme davon soviel wie nöthig. Diese Lösung enthält daher 1,5 Sublimat im Liter, oder 0,15 %. Die Lösung muss mit heissem Wasser unter beständigem Umrühren ausgeführt werden. Ich habe diese Lösung

auch zur Deodorisation von übelriechenden Nachtstühlen und Klosett-Apparaten von bestem Nutzen befunden.

Für die Desinfection voluminöser Ausleerungen, wie sie in den frühen Stadien gewöhnlich sind, muss man eine stärkere Lösung von 2 Gramm im Liter anwenden. Dieselbe muss alsdann beim Ausgiessen in metallische Theile führende Klosette mit viel Wasser nachgespült werden, um Corrosion zu vermeiden.

Es ist gut, die Lösung in Steinkrügen zu bewahren und mit Lackmus oder Indigo blau zu färben, damit Niemand davon zu trinken versucht werde. Diess ist namentlich für Feld-Lazarethe nöthig, wo die Lösung für Wasser gehalten werden könnte. In solchen Lazarethen, und beim Transport von Kranken auf der Eisenbahn sollte die Lösung stets vorhanden sein und mit Freiheit gebraucht werden, um Infectionsheerde auf der Strecke zu vermeiden.

Die Karbolsäure oder das Phenol, aus Kohlentheer gewonnen, hat ihren Ruf eigentlich als ein antiseptisches Agens erhalten. Für Desinfection in Typhoid muss sie in grosser Stärke, wenigstens in 10procentiger Lösung gebraucht werden. Man nimmt dazu die rohe Säure, die noch mit Wasser mischbar, d. h. darin löslich ist. In 1866 waren die Cholerahospitäler Londons so mit Karbolsäure überladen, dass die Luft die Gesunden leiden machte. Viele der Cholera-Kranken litten dadurch an katarrhalischen Beschwerden. Allein wegen ihres niedrigen Preises, und ihrer Anpreisungen durch das jetzt ganz obsolete Lister'sche System wurde damit jener Missbrauch getrieben. Ihr Geruch wird durch Dauer mehr unerträglich. Man muss daher darauf bestehen, dass nach ihrem Gebrauch die Gegenstände so rein gewaschen werden wie von Sublimat.

Chlorkalk enthält von 25 bis 40 % Chlor und wenn in genügenden Mengen gebraucht, ist er sehr zerstörend, nur ist sein Geruch vielen Personen sehr widrig. In das die Aphodeumen empfangende Gefäss soll etwa ein viertel Pfund oder 125 Gramm desselben gebracht werden. Oder man soll ein halbes Liter einer zehnprocentigen Lösung von Karbolsäure in Wasser in das Gefäss füllen und später ein viertel Pfund oder 125 Gramm Chlorkalk hinzugeben. Statt des pulvrigen Chlorkalks kann man auch eine wässrige vierprocentige Lösung von Chlorkalk anwenden, welche von 1 bis $1^1/_2$ % thätiges Chlor enthält, oder die Lösung von Chlorsoda, oder chlorinirtem Natron, welche in allen Apotheken vorräthig ist.

Kalkmilch, z. B. eine Mischung von einem Theil frisch gebrannten Kalks mit 8 Theilen Wasser, wird ebenfalls von Manchen empfohlen. Da sie aber viel langsamer wirkt als Karbolsäure oder Chlorkalk, und wenigstens 2 Stunden braucht, so ist sie für schnelle Desinfection, wie man sie im Krankenzimmer braucht, nicht so geeignet. Wenn man Aetzkalk verwenden kann, so soll man ihn als Pulver gebrauchen und die Aphodeumen darin einhüllen, und erst nach Entfernung der Mischung die Gefässe nass reinigen und desinfiziren. Es ist nicht gerathen, Aetzkalk in Sessgruben zu werfen, da er Massen von Ammoniak austreibt, die sehr lästig sind.

Das schwefelsaure Eisenoxydul oder der grüne Vitriol hat auf frische Aphodeumen keinen besonderen Effect, wenn man aber Nichts Besseres hat, kann man es in Lösung anwenden und etwas Kalkmilch zusetzen. Der entstehende Niederschlag von Eisenoxydul hüllt Bacterien und Material ein und verhindert ihre Verbreitung. Das Salz in Lösung ist ein sehr gutes temporäres Deodorisationsmittel für Sessgruben und mit Aphodeumen inkrustirte Röhren. Es absorbirt namentlich die Dünste des Schwefel-Ammoniums, welche die schädlichsten unter allen Verwesungsgasen sind.

In Bezug auf die Kosten der Desinfection lässt sich sagen, dass der Sublimat im ganzen am wohlfeilsten ist, weil man mit der kleinsten Menge am Weitesten reicht. Auch wirkt er am schnellsten und ist daher für städtische Zustände, wo Alles in die Sielen geht, unvermeidlich. Er ist auch geruchlos und zerstört vielerlei Effluvien, und ist daher den andern stark riechenden Desinfectantien vorzuziehen.

Entfernung und endliche Zerstörung der Ausleerungen. Wie oben erwähnt muss in den Städten und grösseren Wohnhäusern alles in die Hausröhren und Sielen gehen. Dagegen ist bei Ausübung der Desinfection Nichts einzuwenden, da die Bacillen ohnedem in den Sielen bereits zum grossen Theil zerstört werden. Ist am Haus Land zur Verfügung, so kann man die desinfizirten Entleerungen darin begraben. Zu diesem Ende ist es am besten, sie trocken zu behandeln, so dass man sie in einer mit Aetzkalk bestreuten Papierhülse in die Pfanne aufnimmt, sogleich mit Aetzkalk bestreut, sie begräbt und mit noch etwas Aetzkalk und Erde zudeckt. Auf diese Weise habe ich typhoide und typhöse, und andere, namentlich cholerinische Ausleerungen aus dem Wege geschafft und vollständigen Schutz erreicht. Grosse Papierhülsen mit

trockner Erde sind ausgezeichnete Receptakula, namentlich wenn sie in die Pfanne passen und mit Fett oder Paraffin getränkt sind. Wird nach der Imprägnation noch etwas trockene pulverige Erde zugegeben, so ist die letzte Entfernung viel leichter und viel weniger luftverderbend als mit der nassen Methode. Für ländliche Zustände und für Feldlazarethe kann ich diese Manier nicht genug empfehlen.

Man hat von der Zerstörung der festen Ausleerungen durch Feuer gesprochen; ich halte diess aber selbst in grossen Instituten für unpraktisch. Ich habe selbst, wie oben erwähnt, die mit Erde gemischten Materien durch Hitze sterilisirt, dazu ist aber freie Luft und Entfernung von Wohnungen unentbehrlich. Aber auch angenommen man scheute die Kosten nicht, die Zerstörung in einem geschlossenen Ofen mit grossem Gas-Abzugskamin durchzuführen, so sind dabei so viele Neben-Bedingungen zu erfüllen, dass mir der Process gefährlich erscheint.

Wo immer Sielenwasser in Bäche, Flüsse oder das Meer fliessen, bringen sie ihre spezifischen Bacillen mit sich, wenn sie nicht lange bei den ihnen gefährlichen Bacterien verweilen. Man hat also die Angabe betreffend die Austern, wonach Typhoid-Bacillen den Transport in gemischtem Süss- oder Seewasser überstanden haben sollen, im Gedächtniss zu behalten. Man hat ferner Vermuthungen zu beachten, dass die Fälle von Typhoid, welche z. B. in New-York im Spätsommer in die Hospitäler kommen, durch Baden in mit Sielenwasser infizirten Teilen des Seeufers verursacht sind. Sie betreffen beinahe nur junge Bursche im Alter von 12 bis 14 Jahren und gehören zu der Klasse, die hier und da im Dunkel des Abends badet. Mädchen sind nicht darunter, da sie die Badeplätze nicht besuchen. Daraus folgt wieder, dass wo immer spezifisch affizirte oder infizirte Ausleerungen in Sielen gehen, sie zuvor richtig desinfizirt werden sollten. Die in Kalk gehüllten und mit Erde bedeckten Aphodeumen in loser Erde begraben, sind nach einigen Stunden desinfizirt und werden bald von den nitrifizirenden Bacterien aufgezehrt. Ich sage lose Erde, weil von einigen Hygieinikern verlangt wird, die Erde solle über solchen Ausleerungen fest gestampft werden. Es ist viel besser, dem Sauerstoff der Luft Zugang zu lassen, um den Aerobien ihr Geschäft zu erleichtern.

Daher wäre auch die trockene Disposition mit Papierhülse und Erde der flüssigen vorzuziehen, wo sie thunlich ist; auch bedarf sie des wenigsten Wassers zur Reinigung der Gefässe, die dann mit

den Desinfectionslösungen geschehen kann. Bei Sielenabfluss ist natürlich der freiste Gebrauch des Wassers zur Reinigung zu empfehlen.

Desinfection äusserer infizirter Gegenstände. Die Pfannen sollen aus weissem Porzellan oder irdenem Geschirr verfertigt sein, damit jedes Residuum bemerkt und entfernt werden könne. Es mag gelegentlich für die Diagnose von Wichtigkeit sein, die präliminare Gegenwart von Desinfectantien zu vermeiden, so dass sie natürliche Zustände nicht verdecken können; in diesem Fall hilft die weisse Farbe des Geschirrs dem Arzt bei der Diagnose. Diese Vorsicht ist namentlich bei Ruhr und im Typhoid bei Blutung geboten. Nach der Reinigung sollte man die Pfanne in einem Gefäss mit Sublimatlösung untergetaucht halten. Diese Lösung braucht in der Woche nur einmal, vielleicht überhaupt nie erneuert zu werden. Tücher zur Trocknung verwendet, sollen gekocht werden: sie zu verbrennen, wie manche fordern, scheint mir übertrieben, und in vielen Verhältnissen unmöglich.

Die Thermometer. Jeder typhoide Patient sollte seinen eignen Thermometer am Bette haben, der von Niemand anderem benutzt werden darf. Er soll in Sublimatlösung liegen und mit steriler Baumwolle getrocknet werden.

Die Röhren, Trichter und Spritzen müssen meist durch Kochen desinfizirt werden. Die Röhren zur Minderung des Tympanites namentlich müssen sehr sorgfältig im Innern gereinigt werden mit Durchziehen von Baumwolle-Flocken an steifem Draht, und dann Kochen und Sublimatlösung. Metallene Enden von Spritzen sollten nie erlaubt werden, da sie gelegentlich beschädigen, wenn sie z. B. durch Stoss scharf oder spitz geworden sind.

Die Hände der Wärter und Wärterinnen bedürfen der höchsten Aufmerksamkeit, um so mehr je weniger sie sich schonen, und je besser sie ihres Amtes walten. Natürlich müssen sie ihre Hände von allem weglassen, das mit Instrumenten manipulirt werden kann. Namentlich können viele Tücher mit passenden Zangen besser als mit Händen bewegt und in die Desinfections-Apparate gebracht werden. Aber nach jeder Manipulation müssen die Hände mit Seife und warmem Wasser und einer Nagelbürste gereinigt, dann mit übermangansaurer Kalilösung, die nur schwach Rosa gefärbt zu sein braucht, geruchlos gemacht und endlich mit Sublimatlösung versichert werden. Diese Massregeln sind namentlich zur Sicherheit der Wärter und Wärterinnen vor jeder Mahlzeit dringend nöthig.

Bei den häufigen Wasch- und lokalen Bade-Operationen gibt der Umstand, dass die Hände selbst in Wasser sind, keine Sicherheit vor dem Anhängen von Bacillen. Auch gegen Verspritzen ist Sorge zu tragen. Die Wärter sollten ihre Hände stets von Gesicht und Mund weghalten. Thompson in New-York erzählt, dass er selbst durch unvorsichtige Berührung seines Mundes mit bacillenbefleckten Händen sich die Krankheit zugezogen habe. Er hat auch verschiedene Fälle beim Wartepersonal beobachtet, welche auf diese Weise entstanden schienen.

Die Handgriffe von Thüren müssen stets, wenigstens tägtich desinfizirt werden.

Die Desinfection der persönlichen und Bettwäsche und des Bettzeugs der Kranken ist die allerschwierigste Aufgabe. Diese Artikel müssen wenn auch nur wenig affizirt, in Sublimatlösung gebracht, in verschlossener Metallpfanne nach dem Kessel gebracht und dort einige Zeit (bis zu 2 Stunden lang) gekocht werden. Wäscherinnen werden vom Typhoid erfasst durch Berührung und sollten in jedem Fall gewarnt werden. Der Canadische oben erwähnte Fall ist ein so guter Beweis, wie der Ausbruch der Cholera in dem bairischen Gefängniss für Weiber. In den Dampf-Desinfections-Apparaten in Anstalten genügt Dampf bei 140° C. unter Druck, während 24 Stunden fortgesetzt. Die wasserdichten Tücher und Wasserbetten und Kissen müssen mit heisser Sublimat-Lösung und heissem Wasser desinfizirt werden. Bei bewusstlosen Kranken, oder solchen, die den Abgang nicht fühlen, obwohl sie bewusst sind, also bei Schwäche oder Lähmung des Sphinkters, habe ich sehr nützlich befunden, Sakrum, Perinäum und Nates mit sogenannter Holzwatte zu packen; diess verhindert die weite Ausbreitung der Ergüsse und erleichtert ihre Entfernung ungemein; auch Hanf- oder Lein-Werg ist hier zu brauchen. Beschmutzte Matrazen müssen nach der Desinfections-Anstalt geschickt oder verbrannt werden; wenn sie aus Stroh, Heu oder Seegras gemacht sind, können sie in offener Luft im Freien durch Feuer zerstört werden.

Fliegen müssen durch alle Mittel von den Ausleerungen und Kranken weggehalten werden, da es wohl bewiesen ist, dass sie sogar so grosse Bacillen wie die des Milzbrands auf die Menschen übertragen können und Tuberkel, Pest und Cholera übertragen sollen. Daher müssen im Krankenzimmer alle Fliegen stets getödtet werden. Man hängt daher Papier oder Bindfaden mit Oel- oder Kautschuk-

Pflaster bestrichen auf, woran sie kleben; man stellt ihnen Gift, Arsenikpapier, Quassia und Wasser, oder Branntweinfallen, oder, was ich am besten finde, man lässt sie durch die Wärter mit Schmetterlings-Netzen aus weissem Tüll fangen und tödten. Schon die Ruhe, welche diese Massregel den Kranken und Gesunden gibt, ist vom höchsten Werth und verlohnt die Mühe hundertfach.

Die beständige Desinfection des Patienten und aller seiner Theile ist auch desshalb nöthig, damit sie die Selbstinfection desselben verhüte, welche zu den sogenannten Rückfällen führt. Derartige Rückfälle kommen zuweilen zweimal vor und sind stets betrübender und gefahrvoller Natur. Die zuweilen zahlreichen Furunkeln liefern am leichtesten Material für solche Reinfection. Da die Theorie derselben noch nicht ganz bestimmt ist, will ich nicht zu sehr darauf bestehen, aber sicher ist, dass sie die grösste Sorgfalt erfordern. Die Bandagen für Furunkel und alles Verbandzeug müssen sogleich verbrannt werden. Die Hände des Patienten namentlich sind stets zu desinfiziren, und zwar mit Sublimatlösung, weil einfaches Waschen oder Gewaschenwerden bei ihnen sehr schwierig auszuführen ist.

Die Desinfectionsmassregeln müssen bis wenigstens zum zehnten Tage nach Rückkehr der Temperatur auf die Normalzahl der Grade fortgeführt werden. Auch so kommen noch, aber selten, Rückfälle vor, die 21 Tage nach der Rückkehr zur Normalwärme erscheinen. Diese geben viel Grund ab, über Immunität, neue Infection etc. zu denken und zu fragen.

Die Anfangsstadien, Zeit der Inkubation und Entwicklung der diagnostischen Symptome mögen vielleicht nicht mit Ausscheidung von Bacillen verknüpft sein. Aber jedenfalls gehen grosse Mengen von Bacillen ungestört in die freie Welt, ehe Massregeln sie hindern. Daher sollten die Etappenstrassen von Armeen mit der grössten Sorgfalt beobachtet, alle Passanten untersucht und alle Aphodeumen beseitigt und alle Lokalitäten, Quartiere, Eisenbahnwagen etc. mit Strenge absolut sanitär rein gehalten werden. Ich halte die Bekämpfung des Typhoids in Armeen im Feld, oder bei Belagerungen in und ausserhalb der Festungen für die wichtigste und belohnendste Aufgabe der Kriegs-Arzneikunde und habe practisch das Meinige gethan, wie gering es auch an sich war, diese Behauptung thätlich zu beweisen.

Noch ist eine Massregel zu erwähnen, die häufig nützlich ist,

wenn Sublimat-Lösung nicht leicht anwendbar ist, die Bestäubung der Theile mit Calomel, dem einfach Chlorquecksilber. An der Luft oxydirt es sich gerade so viel wie nöthig ist, um eine für Bacillen tödtliche Dosis von Sublimat zu bilden, ohne den Häuten des Kranken zu schaden. Auch kann es mit Zink-Oxyd, Jodoform und Borsäurepulver gemischt werden, wo Trockniss erwünscht ist. Wenn der Sublimat nicht als direktes Gift, wie auf die Bacillen wirkt, so agirt er durch Oxydation, namentlich der toxischen Extractivstoffe, er fällt meist als Calomel in der Flüssigkeit zu Boden.

Mit dem Fortschritt der Forschung vergrössert sich die Kenntniss, welche uns Macht über den scheinbaren Zufall, das sogenannte Unglück gibt. Die Blattern sind practisch beseitigt, jedenfalls practisch ohnmächtig. Lasst uns jetzt jene scheussliche Krankheit beseitigen, welche so viele lange und schwierige Leiden über die Menschheit sowohl, als viele Thierklassen ausgiesst. Auch hier ist schon einiger Schutz gefunden.

Sechster Brief.

Inhalt:

Verhütung der Krankheiten der Hausthiere und der Uebertragung solcher Krankheiten auf den Menschen. — Gesundheitsschutz durch veterinäre oder Thier-Arzneikunde. — Perlsucht der Rinder. — Rotz, Milzbrand, Diphtheritis, Hundswuth, Kuhpocken.

Gesundheits-Schutz durch veterinäre oder Thier-Arzneikunde. Auf den Universitäten hatten die Studirenden der Veterinär-Medizin eine schwierige Stellung. Diese Lehre und Praxis wurde meist als roh und empirisch angesehen und ihre Träger wurden geringgeschätzt. Nur die Aussicht auf militärische Beschäftigung in der Reiterei gab der Stellung einigen Ton. Auf dem Lande habe ich noch schreckliche Massregeln gesehen, die den Zustand beschreiben. Eine Milchkuh hatte auf der Waldweide ein Horn durch Bruch verloren. Sie war aber nach Hause gekommen und stand im Stall. Der Eigenthümer berief den Thierarzt, der approbirt war. Ich stand dabei, als plötzlich dieser Heilkünstler ein langes messerartiges Instrument aus der Scheide zieht, ein grobes wollenes Band einfädelt und durch die Haut der Flanken zieht. Sechs Harnseile drei auf jeder Seite wurden dem armen Thier eingestochen, so dass es nicht einmal ohne Schmerzen liegen konnte. Diese verrückte Praxis hat mir einen unauslöschlichen Widerwillen hinterlassen.

Perlsucht oder Tuberkulose in Rindern. Jetzt aber hat die Thierheilkunde diagnostische und hygieinische Aufgaben erhalten, die ihre Jünger nicht zur Misshandlung der Unschuld nöthigen, sondern ihnen einen würdigen Platz im socialen System anweisen. Sie helfen zum Gesundheitsschutz in ausgezeichneter Weise und ihre Hülfe wird täglich wichtiger und täglich von weiterer Tragweite. Zunächst haben sie den Zusammenhang zwischen thierischer und menschlicher Tuberkulose zu beobachten und zu konstatiren. Wer niemals einen Fall von Perlsucht der Rinder anatomisch erforscht hat, kann sich keinen Begriff von der Masse

der Krankheitsproducte und der Intensität des Parasitismus machen. Die Bacillen vermehren sich z. B. ohne Zerstörung des Lungengewebes und jeder Fokus wird zum kugligen Conglomerat im lebenden Gewebe; diese gelben Kugeln, Perlen genannt, hängen an den Lungen, wie Beeren an den Trauben und die kuglige Gestalt wird ihnen wie den Schiessern der Knaben in den rotirenden Fässern, durch die unablässige Bewegung des Athemprocesses mitgetheilt. Dergleichen erkrankte Thiere wurden hier in London viele aus den Milchställen geliefert, worin die Krankheit endemisch war und ist. Sie wurden, wenn erkannt, am Sonntag Morgen heimlich geschlachtet, wie ich selbst wiederholt gesehen habe, und das dressirte und gefärbte Fleisch wurde auf dem Markt für was es lösen mochte verkauft. Das Fleisch war wohl weniger gefährlich als schlecht; aber gefährlich und tödtlich war die Milch der kranken Thiere gewesen.

Jetzt kann man mittelst des Tuberkulins jede an Tuberkulose erkrankte Kuh erkennen und unschädlich machen. Bisher war die Krankheit noch an den schönsten und werthvollsten Thieren unerkennbar. So kaufte noch vor wenigen Monaten die französische Gesellschaft für Pflege der sogenannten kurz- oder kleinhörnigen Kühe (Shorthorns) einen Bullen hier in England von einem grossen Lord um schweres Geld; als er in Paris ankam und vom Veterinär mit Tuberkulin geprüft wurde, stellte er sich als tuberkulös heraus. Das schöne und theure Thier wurde getödtet und bei der Autopsie als mit Tuberkeln durchsät gefunden.

Ohne Zweifel ist die Tuberkulose häufig mit Milch in Menschenleiber eingeführt worden. Jetzt kann man aber diese besondere Gefahr beinahe vollständig verhüten; denn das Tuberkulin affizirt nur tuberkulöse, nicht aber gesunde, oder wenigstens tuberkelfreie Thiere. Diese Prüfung ist daher jetzt eine moralische Forderung der Staatsarzneikunde und soll jetzt in Canada gesetzlich erzwungen werden. Auch im Staat New-York wird die Thierarzneikunde auf eine höhere Stufe gehoben, namentlich zum Behuf des Schutzes vor Tuberkulose. Ein Gesetz bestimmt, dass ein wohl qualifizirter Thierarzt als Mitglied der Staats-Gesundheits-Kommission ernannt werden soll, mit einem Gehalt von 3600 Dollar im Jahr und Vergütung von Unkosten; er soll alle und irgend welche Fälle von kontagiösen und inficirenden Krankheiten in niederen Thieren, in irgend einem Theil des Staats erforschen, welche an die genannte Kommission und die Kommission für Ackerbau berichtet worden sind,

soll ihre Behandlung dirigiren und die auf jene Krankheiten bezüglichen Gesetze durchführen. Alle Fälle von Tuberkulose in Thieren sollen unter seine Aufsicht gestellt werden und er soll die Pflicht haben, sie zu untersuchen, dafür verantwortlich zu sein und darüber zu berichten. Mehrere Nachbarstaaten New-Yorks untersuchen eingeführte Thiere auf Tuberkulose und schicken sie nach der Heimath zurück, wenn sie auf Tuberkulin reagiren. Auch anderwärts geschieht dergleichen, aber in England, wie die französische Gesellschaft für Shorthorns öffentlich in der Zeitung „The Times" erklärt hat, ist dergleichen Prüfung weder zulässig noch zugelassen, sondern verweigert, anstatt zwangsweise angewandt zu werden, wie es die Pflicht jeder gewissenhaften Regierung offenbar ist.

Die Analogie ist eine vorwärts strebende Lehrerin, das hat sich bei der Erweiterung der Kenntnisse in der Pathologie wieder aufs hellste gezeigt. Kaum war das Tuberkulin als Reactionsmittel auf Tuberkulose erkannt worden, obwohl es nicht heilte, sondern sogar hier und da gefährlich wirkte, so suchte man andere Producte von verschiedenen Bacillen ähnlich zu verwerthen. Daraus ergab sich wieder ein neuer Schutz für Menschen, nämlich der gegen eine unter Pferden nicht seltene Krankheit, die von ihnen auf die Menschen übertragbar ist, den R o t z. (Malleus, Sphyra, wegen der dabei am Hals auftretenden Drüsengeschwülste in englisch Glanders genannt.) Diese Krankheit wird von Kranken auf Gesunde durch das Sekret der Geschwüre übertragen, welche in der Nasenhöhle der Thiere auftreten und zwar durch Futterkrippen, durch Eimer, und öffentliche Wassertröge, und durch Schnauben der Thiere, welches dem menschlichen Niessen analog ist. Vorher konnte man die Krankheit, die Anfangs langsam und chronisch verläuft, nur an dem geschwürigen Ausfluss und dem Schnauben erkennen, Symptome zu deren diagnostischem Auftreten schon ein hoher Grad der Entwicklung der Krankheit gehörte. Dadurch blieben viele Fälle unerkannt und verbreiteten Ansteckung; wegen einer solchen Epidemie mussten vor einigen Jahren alle öffentlichen Wassertröge in London geschlossen werden. Jetzt hat nun die Wissenschaft gefunden, dass der Bacillus des Rotzes eine giftige Substanz ausscheidet, welche, wenn in das Blut von Pferden gebracht, die an Rotzgeschwüren in der Nase leiden, den Thieren heftiges Fieber verursacht, dagegen gesunde, d. h. hier von Rotz freie Pferde nicht krank macht, auch ihnen den Rotz nicht gibt, sondern sie ganz unbehelligt lässt. Da-

durch ist man jetzt in der Lage, die Krankheit früh zu erkennen und, da sie unheilbar ist, durch Tödtung der kranken Thiere auszurotten. Das dem Tuberkulin ähnlich wirkende Mallein ist daher eine bedeutende Macht in der Hand des Thierarzts und ein neuer Schutz für die Menschen, namentlich diejenigen Klassen derselben, welche viel mit Pferden in Berührung kommen.

Ein etwas verschieden wirkendes Antitoxin ist das Material, welches nach Pasteur zur Beschützung von Thieren vom Milzbrand oder dem Anthrax bereitet wird. Dieses bringt nicht ein Aufbrausen der Krankheit, sondern einen Zustand des Beschütztseins gegen dieselbe, eine sogenannte Immunität hervor, wie sie durch Einimpfen von Kuhpocken bei Menschen gegen Blattern, oder bei mehreren Krankheiten durch das Bestehen dieser selbst hervorgebracht wird. Der Milzbrand befällt die Menschen auf allerlei Art, z. B. durch Fliegen, durch Berührung mit daran gefallenen Thieren, mit Wolle oder Häuten, und heisst daher z. B. in den englischen Wollfabrik-Districten „Krankheit der Wolle-Sortirer". Der durch Pasteur ermittelte Schutz der Thiere gegen diese Krankheit wirkt daher zum Schutz der Menschen und würde auf ferne Gegenden ausgedehnt, die Krankheit aufs engste beschränken.

Auch bei andern Krankheiten wird eine Art von Schutz oder Immunität durch Processe bewirkt, deren Natur bis jetzt geheimnissvoll ist. Derart ist die sogenannte Serum-Therapie, die namentlich bei der Diphtheritis eine grosse Ausbreitung gefunden hat. Wie ein so gefährliches Gift als das Product der Diphteritis-Bacillen, durch häufiges Einspritzen in das Serum oder Blut eines Pferdes daselbst in sein eigenes Gegengift verwandelt werden, das Toxin in Antitoxin übergehen kann, ist ein des Schweisses der Edlen würdiges Problem. Dieses Antitoxin heilt zwar die Krankheit nicht, bringt sie nicht zum Einhalten und Ausgehen, ändert kaum ihre Symptome und ihren Verlauf, vermindert aber im grossen Ganzen in einigen Instituten und Epidemieen die Sterblichkeit. Diess wäre also das Resultat einer Verminderung der Giftigkeit der Producte oder eine Verminderung der Menge derselben. Aehnlich der Wirkung des Tuberkulins (eines directen Products der bezüglichen Bacillen) ist auch das Diphteritis-Antitoxin (ein indirectes, im Durchgang durch das Blut eines anderen Thiers modifizirtes Product) nicht immer ungefährlich, und hat schon

Todesfälle in gesunden Personen verursacht, welchen es als Immunität verleihendes Mittel, als eine Art lebloser Vaccine beigebracht worden war.

Die durch Pasteur erfundene Immunität gegen Hundswuth ist ebenfalls noch in tiefes Geheimniss gehüllt, so dass man sich keine wissenschaftliche Vorstellung von ihrem Empirismus machen kann. Zu ihrer Ausführung werden Kaninchen vermittelst Trepanation und Inokulation ins Gehirn mit Rabies-Gift, dessen Bacillen noch nicht gesehen worden sind, angesteckt und nach Entwicklung der Krankheit getödtet. Das aus denselben gewonnene Rückenmark wird nun aufbewahrt und nach einer kürzeren oder längeren Reihe von Tagen mit Wasser zerrieben und in die zu immunisirenden Menschen oder Thiere eingeführt. Je länger das Mark (ohne faulige Zersetzung) aufbewahrt wird, desto schwächer wird seine immunisirende Kraft. Hier werden also die Mikro-Organismen, für deren Vorhandensein die Analogie spricht, und deren Existenz als Hypothese dem ganzen Verfahren zu Grunde liegt, nicht ausgeschieden, sondern belassen, weil angenommen wird, dass sie durch den Process des Verweilens im Rückenmark ihre Vitalität oder Reproduktionskraft verloren haben.

Alle diese schützenden Vorgänge sind Resultate der in China erfundenen Praxis der Hervorrufung einer Krankheit von mildem Charakter unter annehmlichen Umständen, um dadurch Immunität gegen die als schwer- oder unvermeidlich betrachtete Krankheit in ihrer gefährlichsten Form zu erlangen. Diese Praxis der Infection mit Blatterngift, welches in Form von Pulver in die Nasenlöcher eingeblasen wurde, ist der erste Gedanke, der erste Aperçu des Prinzips der Erschöpfung der Empfänglichkeit, der Hervorbringung der Unempfänglichkeit oder Immunität gegen Krankheit in der Geschichte der Entwicklung des menschlichen Verstandes. Nach der Infection mit dem Pulver und Federkiel kam die Inokulation mit der Lancette, die aber immer nur noch Blattern übertrug, bis die Beobachtung der gegen Menschenblattern immunisirenden Kuhblattern der Inokulation der Menschenblattern ein gesetzlich erzwungenes Ende machte. Die Kuhpockenimpfung ist der wichtigste Schutz, den die Heilkunst je dem Menschen geschenkt hat oder schenken kann, denn im Vergleich zu ihr sind die andern errungenen oder zu erringenden Schutzmittel viel weniger bedeutend. Als Tribut an

ihre bahnbrechende Bedeutung hat Pasteur seine Immunitäts-Materie „Vaccine“ genannt, obwohl sie nicht wie wahre Vaccine ein lebendes sich selbst reproducirendes Wesen zur Grundlage habe, sondern entweder todte chemische Materien sind, oder doch nur als solche und nicht als parasitär wirkende Organismen fungiren.

Die Unterscheidung der Mikroorganismen und ihre Wirkungen, wie wir sie jetzt als Bacteriologie kennen, ist nach ihren Methoden eine neue Anwendung der chemischen Methode der Trennung der Materie in die letzten Elemente. Die Reinheit von vitalen Elementen entspricht der chemischen Reinheit, die Isolirung einer sogenannten reinen Kultur der Reindarstellung eines Elements oder einer Verbindung. Die Mikroorganismen besitzen auch eine gewisse Veränderlichkeit, namentlich der Wirkung, welche die Veränderlichkeit chemischer Körper, die wir als Isomerismus kennen, als analog betrachtet werden können. Es ist vielleicht gerade eine solche Fähigkeit der Morphose, welche ein Gift in ein Heil- oder Schutzmittel umwandeln kann.

Siebenter Brief.

Inhalt:
Einrichtung der Sielenanlagen. — Endlicher Abfluss der Sielenwasser. — Forderungen des Naturhaushalts, fälsehlieh National-Oekonomie genannt. — Verwendung der Sielenwasser für die Landwirthschaft. — Verwendung der Sielenwasser zur Berieselung oder Irrigation. — Natürliehe Schwierigkeiten des Riesel-Betriebs. — Erkünstelte Einwände gegen den Rieselbetrieb. — Vorbereitende Behandlung der Sielenwasser; Fällung der suspendirten Substanzen; septische Cysternen.

Endlicher Abfluss der Sielenwasser. Alle aus dem Boden gewonnenen oder aus den Wolken als Regen gefallene Wasser müssen, nachdem sie ihre natürliche oder künstliche Verwendung auf der Erdoberfläche gefunden haben, wieder in die natürlichen Wasserflüsse zurückkehren. Wie gross die Verdunstung von der Erdoberfläche auch sein mag, und sie ist natürlich verschieden gross und wird sehr verschieden gross geschätzt, so kann sie doch nur einen Teil des Oberflächenwassers entfernen. Wenn nun gar das Wasser in künstlich gesammelten Massen ankommt, lässt es sich auch mit Ausbreitung, nur theilweise in den Boden filtriren und durch Verdunsten entfernen, die grosse Masse muss nothwendig in die Flüsse ablaufen. Bei Regenwetter und besonders bei Stürmen, kommen grosse Massen Wasser plötzlich an und müssen ohne Aufenthalt in den Fluss eingelassen werden. Diess ist nun auch bei Stadtsielen eine unvermeidliche Nothwendigkeit. Da aber unter solchen Umständen eine ganze Region ihr überflüssiges Wasser in die Wasserläufe schickt, so ist das gleichzeitig fliessende Sielenwasser nur ein kleiner Theil der ganzen plötzlichen Fluth, und da mit der Vermehrung des Wassers ein schnellerer Abfluss verbunden ist, geht die Katastrophe schnell vorüber, und die Flüsse nehmen ihre ruhige Gestalt an.

Seitdem es Städte gibt, hat man ihre Abwässer in die nächsten Flüsse oder See- oder Meeresküste ablaufen lassen oder künstlich dahin geleitet. Dadurch aber haben sich allmählich Uebelstände

gebildet die unerträglich waren, und weitgehende Abhülfe erforderten. Diese Uebelstände waren hauptsächlich im Absatz von organischen Materien in der Gestalt von Schlamm an den Ufern begründet, und diese meist schwarzen oder grauen Stoffe verpesteten die Luft auf weithin und machten den Aufenthalt in ihrem Bereich wenn nicht unmöglich, doch äusserst lästig und gesundheitsschädlich. Ehe Lissabon seine neuen Flussmauern mit darin liegenden Kanälen besass, war das Ufer des Tagus-Flusses bei niederem oder Ebbe-Wasserstand eine schwarz gefärbte schiefe Ebene, die bei gewissen Luftströmungen die untere Stadt mit ihren widerlichen Aushauchungen füllte. In trockenen Sommern war die Themse bei London ganz unerträglich und wurde von Vielen sorgsam vermieden. In Chicago war das Ufer des Michigan-See's weithin mit stadterzeugtem Schlamm bedeckt, der ebenfalls die Luft verdarb; das Wasser war auf Meilen hin beschmutzt, und da ein Theil in die Stadt geleitet wurde, eine ständige Quelle vieler Krankheiten. Neapel leerte sein Abwasser an die Küste aus, und diese ist deshalb ähnlich beschlammt und den Geruchs-Nerven widrig. Bei Städten an stetig fliessenden Wassern ist die Ansammlung von Schlamm am Geringsten, findet aber doch in gewissem Grade statt. Diese Fälle sind hier angeführt, um die verschiedenen Umstände anzudeuten, welchen man die im Lauf des Fortschritts der Menschheit zu ergreifenden Massregeln anzupassen hat. Ebenen mit wenig Fall, Flüsse mit allen Graden von Fall; Süsswasserflüsse mit Ebbe und Fluth, Flüsse mit Brackwasser und Ebbe und Fluth; Süsswasser-Seeen, Teiche und Weiher, Salzwasser-Seeen und den Meeres-Küsten ohne regelmässige Ebbe und Fluth und solchen mit Ebbe und Fluth von wechselnder Höhe, allen diesen von der Natur gegebenen Zuständen muss jedes menschliche Werk zur Entfernung von Sielenwasser sorgfältig angepasst werden.

Ohne weitere Ausführungen, die sich jeder Leser über die weiter oben mitgetheilten thatsächlichen Zustände vieler Flüsse der Welt und ihrer Folgen selbst machen kann, müssen wir das allgemeine Gesundheits-Gesetz aufstellen, dass die Verunreinigung der Flüsse durch Ausleerungen ein ebensogrosses Vergehen gegen die Sittlichkeit und Vernunft, als die Verunreinigung der Brunnen durch Sessgruben und dergleichen ist. Sie ist eine unmoralische Rücksichtslosigkeit gegen die weiter unten lebenden

Bewohner der Flussufer, und setzt die, welche sie begehen, den Gefahren einer ähnlichen Behandlung von Seiten der Einwohner höher liegender Uferstädte aus. Sie ist ein Verstoss gegen die Gesetze der öffentlichen Gesundheit, deren Gebote ich oben bei Gelegenheit der Beschreibung der Effecte des unfiltrirten Flusswassers im Vergleich zum filtrirten an der Statistik der Sterblichkeit an dem typhoiden Fieber mit vielen Beispielen unterstützt und begründet habe.

Im vorigen haben wir hauptsächlich auf allgemeine Ursachen der Verunreinigung von Flüssen Rücksicht genommen; es gibt aber eine grosse Zahl von besonderen an Oertlichkeiten gebundenen Ursachen, welche ebenfalls speziell betrachtet werden müssen. Die Färber in Lancashire liessen ihre erschöpften Farblösungen in die Flüsse laufen, bis einer derselben so schwarz war, dass man mit seinem Wasser Briefe schreiben konnte. In Sachsen gab es noch vor Kurzem Flüsschen, welche durch Abwasser von Fabriken so verschmutzt waren, dass sie eher Sielen als Flüsse genannt zu werden verdienten. Aus solchem Wasser konnte durch einfache Filtration kein Hauswasser gewonnen werden; die schmutzige Flüssigkeit musste zuvor als Sielenwasser gereinigt und dann als Gebrauchswasser filtrirt werden, ehe sie zum Gebrauch der industriellen Bevölkerung zugelassen werden konnte. Ich könnte viele Seiten voll schreiben über die Art, in welcher Flüsse durch Fabriken verunreinigt werden: in Wollfabriken durch die Seifenwasser; bei Papiermühlen durch die Bleichwasser, die auch in Baumwollenfabriken viel Abfall liefern; bei vielen Metall-Werken durch metallische und zum Theil giftige, das heisst z. B. Arsenik enthaltende Bestandtheile.

Forderungen des Naturhaushalts, fälschlich National-Oekonomie genannt. Der Naturhaushalt, wie er in der Praxis des menschlichen Lebens stets anerkannt und aufrecht erhalten worden ist, und wie ihn die Wissenschaft in dem jetzt ablaufenden Jahrhundert logisch als Methode entwickelt hat, fordert, dass wir dem Boden die ihm durch die Ernten entzogenen Mineralmaterien wieder zurückgeben, damit wir die Fruchtbarkeit unserer Felder erhalten und steigern und die Exkremente von Thier und Mensch beständig und für immer unschädlich machen. Wenn es also möglich oder ökonomisch thunlich wäre, alle Ausleerungen dem Ackerbau zurückzugeben und dieselben gleichmässig zu verbreiten, so würden wir

dadurch einen Zustand des Gleichgewichts zwischen Bedarf und Lieferung herstellen, der durch natürliche oder menschliche Zuthaten stets zu einer Vergrösserung des wirksamen Kapitals führen müsste. Die Producte des Lebens der grossen Hausthiere gehen wohl zum grössten Theil auf die Aecker zurück, Wälder und Waiden hier für diesen Zweck eingeschlossen. Allein von menschlichen Aphodeumen geht nur ein kleiner Theil auf das Land zurück, auf welchem die Speisen gewachsen sind, welche aus den Düngerstoffen die materiellen Elemente ihrer Existenz zogen. Es ist ganz unzweifelhaft, dass die dauernde Entziehung von chemischen, namentlich mineralischen Bestandtheilen, durch Ernten den Boden nach und nach erschöpft. Also entsteht die erste Frage, wie und durch welche Mittel wir diese Entziehung wieder gut machen können. Die Frage ist zugleich zweifach, nämlich ob es überhaupt und dann auf welche Weise es geschehen könne; der nächste Theil der Frage ist, ob es ökonomisch geschehen kann, d. h. auf die Weise, dass die Kosten des Vorgangs wenigstens durch die Vortheile gedeckt, oder wenn möglich übertroffen werden. Nimmt man nun die Werthe der Ausleerungen überhaupt wie oben geschätzt an, und studirt die Kosten ihrer Uebertragung und Vertheilung auf dem Lande, so findet man, dass ihre Sammlung und ihr Transport oft mehr Geld kostet, als ihr Werth beträgt. Man kann also durch Ausgabe einer geringeren Summe, als der Transport der Ausleerungen kostet, den Werth derselben dem Acker zurückgeben. Im Ganzen der Erfahrung der meisten Städte der Erde ist der theoretische Werth der Ausleerungen durch keine Methode erreichbar, auch wenn sich die sie liefernde Bevölkerung grossen Unannehmlichkeiten zur Erreichung eines Sparsamkeitszwecks unterwürfe. Aber selbst wenn die directen Sammlungs- und Transportmethoden nicht mit Verlust verknüpft und von Unannehmlichkeiten umringt wären, müsste sie doch aus den oben geschilderten Gründen der Gesundheitspolizei verhütet werden.

Es gibt eine Anzahl ganz unbezweifelbarer Thatsachen, welche diesem aus ebenfalls unbezweifelbaren Thatsachen gezogenen Schluss zu widersprechen schien. Z. B. wurde um 1885 in Strassburg der Sessgruben-Inhalt von einer Gesellschaft nach Vorrathsteichen geführt und von dort an Ackerbauer verkauft. Die Einnahme der Gesellschaft aus dieser Quelle war etwa 500,000 Franks im Jahr; das Unternehmen war ganz privat und ohne öffentliche Auflage und erhielt keine öffentliche Subvention. Was ihr von Privaten gezahlt

wurde, deren Sessgruben sie reinigte, ist nicht bekannt geworden. Da die Landleute die Ausleerungen an den Vorrathsteichen nach dem spezifischen Gewicht kauften und Flüssigkeit von niederem Grade ganz ablehnten, so mussten die Producte von Sessgruben, in welche Wasserklosetts mündeten, ganz ausgeschlossen werden. Für solche entstanden daher Kosten der Unterbringung, über welche wir nichts wissen, die aber die Privaten des Comforts halber gern bestritten. Bei der Betrachtung des jährlich erhaltenen Preises muss erinnert werden, dass der Unternehmer viel alte überfliessende Gruben auszuleeren hatte, worin viel konzentrirte und durch Fäulniss lösliche Materie enthalten war, die bei regelmässigem Betrieb nicht so konzentrirt bleiben konnte. Ferner kommt die Beschaffenheit des Bodens der Ebene von Strassburg in Betracht, welche als sandiger Kalkboden die Anwendung dieses Düngers ungemein begünstigt; auf Thonboden wäre er viel weniger nützlich. Ebenso selten wie Gewinn aus Sessgruben-Inhalt-Abfuhr ist Gewinn aus Sieleninhalt. Bei beiden Arten von Beispielen ist nun der Werth des Dungmaterials sowohl als des Wassers als = 0 berechnet, wogegen practisch gar nichts einzuwenden ist. Nur soll man alsdann Resultate nicht vergleichen wollen, die durch gekaufte Werthe erreicht sind; wobei, was hier als Geschenk ausser Rechnung bleibt, als Ausgabe in die Bilanz eintritt. Croydon z. B., eine kleine Stadt südöstlich von London, wo viele Londoner Geschäftsleute wohnen, gewinnt auf einer Wiesenfläche von etwa 300 engl. Acker den ganzen von mir berechneten theoretischen Werth der als Sieleninhalt transportirten Ausleerungen wieder. Das hat noch keine Sammel- oder Abfuhrmethode der Aphodeumen zu Stande gebracht. Diese Beispiele sind aber Ausnahmen und gegen sie können hunderte von Fällen aufgeführt werden, in welchen die Anfangs der Bewegung gehoffte und theoretisch gar nicht unmögliche Ausbeute eines Gewinnes zum Betrag wenigstens eines Theils des Marktwerths der Ausleerungen sich als ganz unmöglich herausgestellt hat. Wir haben daher die Ansprüche der Vernunft in dieser Sache in folgender Reihenfolge zu befriedigen. Zuerst kommt die Forderung der öffentlichen Gesundheit als Frage der Sicherheit der Existenz; im zweiten Rang steht die Forderung der Reinlichkeit, des Anstands, des Behagens; im dritten Platz steht die Forderung des Unterbringens überhaupt und zwar ohne Rücksicht auf unumgängliche Kosten, und im vierten Platz erst kommt die Frage, ob ein Theil des theoretischen Werths

der Ausleerungen und des sie tragenden Wassers aus dem Sieleninhalt wiedergewonnen werden kann.

In einer statistisch-hygieinischen Vorlesung[1], welche ich am 13. Mai 1863 vor der Society of Arts, Agriculture and Commerce in London gehalten habe, ist ein System der Sammlung der Ausleerungen beschrieben, welches auf die Erhaltung der von der Natur bewerkstelligten Trennung der festen von den flüssigen Ausleerungen gegründet ist. Die Hauptschwierigkeit dieses Systems besteht in den Kosten der ersten Anlage, und dieser mir häufig gemachte Einwand veranlasste mich, den Vorschlag nicht weiter auszubilden. Bei fortschreitender Kultur wird sich das System von selbst aufdrängen und die absolute Verwerthung der jetzt verlorenen Valore durchsetzen.

Verwendung der Sielenwasser für die Landwirthschaft. Die Angaben der Agrikultur-Chemiker und die Forderungen der Landbauer und steuerpflichtigen Stadtbürger haben in vielen Theilen Europa's und Amerika's eine Anzahl zum Theil sehr kostspieliger Experimente veranlasst, den werthvollen Gehalt der Sielenwasser durch Fällung zu sammeln. Allein diese zum Theil sehr wohldurchdachten Versuche scheiterten alle an dem Ueberwiegen der Kosten über die möglichen Verkaufswerthe. Diese Idee kann als vollständig unrealisirbar entlassen werden. Was übrig blieb, war die Erfahrung, dass zur Extraction des ganzen im Sielenwasser enthaltenen Düngerwerths die Berieselung von Wiesen oder auch vielleicht von Ackerland das beste Mittel sei.

Um nun diese Bewässerung ganz geruchlos vorgehen zu lassen, war es nöthig, alle in dem Sielenwasser suspendirten festen Theile, aus Kalkseife, Papierpulpe und vielerlei animalischen und vegetabilischen Materien bestehend, vor der Vertheilung auf die Wiesen daraus zu entfernen. Zu diesem Behuf liess man das Sielenwasser in Teiche fliessen, welche mit Wänden aus dürrem Schilfrohr oder aus Holzdiehlen mit vielen Löchern siebartig durchbohrt in Abtheilungen getrennt waren. Durch diese Abtheilungen nun liess man das Wasser sehr langsam fliessen und theilweise durch die Röh-

1) „On an improved method of collecting excrementitious matter with a view to its application to the benefit of agriculture and the relief of local taxation.“ Gedruckt im Journal of the Society of Arts etc. für May 15. 1863 und als besondere Flugschrift. Mit 20 Tabellen und einem Anhang, die Diskussion und das Schlusswort des Verfassers enthaltend.

richte oder Diehlensiebe filtriren. In kurzer Zeit war der meiste Schlamm abgesetzt und das ziemlich klare, wenig riechende Wasser, etwa sieben Achtel des Werthes der überhaupt in dem Kanalwasser vorhandenen Düngerbestandtheile in Lösung haltend, floss am Ende des Trogs, in dem es während seiner langsamen Schlangenwindungen die suspendirten Materien zurückgelassen hatte, in die Klingen ab. Die Klingen vertheilten nun eine durch Absitzen geklärte Flüssigkeit auf die Wiesen, welche sogleich in den Boden eindrang; der Boden entzog derselben vermöge der in ihm wohnenden besonderen Kraft alle düngenden Bestandtheile, und in den Abzugsklingen floss beinahe nur Wasser ab, welches man ohne Anstand in Bäche oder Flüsse laufen lassen konnte.

Natürlich füllte sich der Absitzteich mit Schlamm, wesshalb es nöthig war, noch ein zweites Bassin zur Hand zu haben, um das Absitzen darin vorgehen zu lassen, während der erste Teich gereinigt wurde. Dieser Theil des Processes war wegen der sonderbaren Natur des Schlammes mit beträchtlichen Schwierigkeiten verbunden. Der Schlamm bestand hauptsächlich aus dem in Wasser unlöslichen Theil der Ausleerungen, aus Fett und Fettsäuren, Salzen von Kalk und Magnesia, aus Papierpulpe, Druckerschwärze, Kohlenstaub und Strassenkoth, hauptsächlich von Pferden herrührend, mit viel fein gepulvertem Material der verschiedenen Pflaster. Allein dieses Material in einen transportirbaren Zustand zu bringen, war äusserst schwer, selbst wenn es an offener Luft in Aushöhlungen auf Erde lag; zuletzt musste es mit Spaten aus den Absitztrögen herausgestochen, auf Wagen geladen und auf die Aecker gefahren werden. Da der Centner dieses Düngers einen theoretischen Werth von höchstens sechs Groschen besass, so vertrug er einen weiten Transport durchaus nicht. Auch war sein Düngerwerth kein unmittelbarer, da er ganz aus unlöslichen Verbindungen bestand, die eine thonartige Masse bildeten und sich erst in der Erde zersetzen mussten, ehe sie zur Pflanzenernährung beitragen konnten. Dazu ist aber leichter Boden und Zeit nothwendig. Der plastische Zustand machte die Vertheilung auf dem Lande schwierig und ungleich. Es war daher unter allen Umständen geboten, diesen Sielenschlamm auf dem Acker, wo er benutzt werden sollte, oder in dessen Nähe, mit den gewöhnlichen Hülfsmitteln der Landwirthschaft in Compost zu verwandeln. Stroh, Mist, Asche, Kehricht, Schutt, Gyps, Kalkabfälle, vegetabilische und mineralische Stoffe aller Art, welche

landwirthschaftliche Qualitäten besitzen, in Lagern mit dem Schlamm gemischt, empfingen durch denselben Cohäsion, die ihm selbst fehlte, und nahmen dem Schlamm seinen ungünstigen mechanischen Charakter, denselben in einen Zustand überführend, in dem er leicht auf dem Felde vertheilt werden und daselbst seinen vollen Düngerwerth entwickeln konnte. Allein das Product verlor das Vertrauen der Ackerbauer, blieb liegen und musste meist mit Unkosten fortgeschafft werden.

Die Verwendung der Sielenwasser zur Berieselung oder Irrigation. Obwohl zahlreiche Beispiele, wie z. B. das von Croydon, Edinburgh und andern Städten zu Anfang der Bewegung der Anwendung der Sielenwasser zur Berieselung von Wiesen und Feldern einen günstigen Erfolg versprachen, so stellten sich doch bald Umstände heraus, welche die Berieselung im grossen Maasstab als insofern unannehmlich erscheinen liess, als sie durch Unkosten den Werth des Düngers weit zu übersteigen drohte. Lage der benutzbaren Ländereien, Preis derselben, Entfernung von den Sielen-Ausfällen; sodann Klima, Jahreszeit und Witterung bedingten Widerstände gegen eine dauernde Leistung, die sich als zahlreich und hartnäckig herausstellten. Einige dieser Schwierigkeiten wollen wir definiren, da sie derart sind, dass sie den Gehorsam gegen selbst stricte Gesetze, wie die in England gültigen, ganz unmöglich machen. Im Winter z. B. gefrieren die Rieselbecken häufig oder der Boden gefriert und wenn das Wasser, auch wenn es mit initialer Wärme, die hier in England der normalen Erdwärme der Breite gleich ist, also 51°5 Fahrenheit beträgt, auf dem Felde ankommt und darüber hinfliessend dieselbe Lage behält, so gefriert doch viel davon, und auch wenn es nicht gefriert, so können stehende Saaten, wie die der Winter-Cerealien, Nässe bei frostigem Wetter schlecht vertragen. Das meiste Land muss daher, um genügend Dünger zu empfangen, zwischen Ernte und Saat bewässert werden. Wachsende Saaten sind nur schwer zu bewässern. Nach der Bewässerung von Ackerland muss dasselbe wieder einige Zeit liegen, um für Pflug und Egge passend zu werden. Viele grüne Gemüse, namentlich Kohlarten, ertragen intermittirende Bewässerung gut, haben aber ihre Verkaufsgränze, die sie leicht werthlos macht. Die Verzehrkraft einer grossen Stadt kann den durch Umstände erzwungenen Verkauf von Producten etwas weniger verlustreich machen, als die geringere einer kleineren. Doch hat auch diese ihre unerwartet engen Grenzen.

Die günstigen Resultate, welche mit italienischem Roggen-Gras und Viehzucht erhalten wurden, hat keine andere Kulturpflanze wiederholt. In Klimaten mit kaltem Winter ist auch sie während mehrerer Monate unmöglich. Alle diese Schwierigkeiten und Nachtheile können natürlich überwunden werden, aber nur mit bedeutendem Aufwand an Geld, so dass die besten Irrigationsgüter bis jetzt niemals, selbst den Dünger als Geschenk betrachtet, ihre Interessen des Kapitals abgeworfen haben, sondern meistens grosse Zuschüsse aus der Gemeindekasse erfordert haben. Selbst diese Ausgabe ist gering im Vergleich zu dem Vortheil, welcher dem Behagen und der Sicherheit der Gesundheit der Bewohner zugewendet wird, und ist daher wohlgethan. Allein wenn es Mittel gibt, sie zu vermindern oder zu vermeiden, so müssen diese jedenfalls in ihr Recht eintreten. Diese Mittel werden wir unten bei Betrachtung der Nitrifikations-Filter kennen lernen.

Wenn also das Sielenwasser jeder Stadt gereinigt werden muss, ehe es in Wasserläufe übergehen darf und wenn Berieselung dieser Reinigung nicht genügend, nicht immer und wenn überhaupt zu einem zu hohen Preise zu Stande bringt, so sind Reinigungsprocesse geboten, welche die Forderung der Agrikultur hintansetzen, um zunächst die der öffentlichen Gesundheit zu befriedigen.

Natürliche Schwierigkeiten der Rieselbetriebe. Wir wollen nun die Situation der Frage im Jahr 1896 an dem Beispiel der Stadt Berlin uns klar machen. Die städtischen Rieselfelder haben eine Ausdehnung von 9250 Hectaren. Die von ihnen gesammelte Ernte blieb in allen Administrationsbezirken, namentlich auf den südlichen Gütern, erheblich hinter den gehegten Erwartungen zurück. „Das Sommergetreide und die Wiesen litten allgemein (d. h. also auf allen Gütern), namentlich aber auf den südlichen Gütern unter der anhaltenden Dürre im Frühsommer, in einzelnen Schlägen auch unter Nachtfrösten und gaben nur eine schwache Ernte.“ Hier sind also zunächst klimatische und meteorologische Hindernisse thätig, die scheinbar besten wissenschaftlichen Berechnungen zu zerstören, sodann erscheint eine unerklärte Thatlosigkeit von Seiten derer, welche dem Resultat der Dürre auf den Rieselfeldern hätten vorbeugen oder abhelfen können und sollen. Unsere der „Norddeutschen Allgemeinen Zeitung“ entnommene Nachricht fährt nun weiter fort, wie folgt. „Da die südlichen Güter von der Stadt Berlin ziemlich

weit entfernt liegen, so haben sie ein weit ungünstigeres Absatzgebiet, als die nördliche Reihe der Rieselfelder; sie sind desshalb in der Hauptsache auf den Getreidebau angewiesen. Da nun aber die Getreidepreise andauernd niedrig standen, so wurden diese Güter von der Ungunst der Conjunctur ungleich mehr betroffen, als die nördlichen Güter, welche für Gras und Hackfrüchte immer noch ein günstiges Absatzfeld behaupten." Der Bericht der Verwaltungsbehörde enthält in Betreff der Aussicht auf mögliche Rentabilität der Rieselfelder folgende Nachrichten. „Wenn die Vortheile des Rieselbetriebs der städtischen Güter gegen seine Nachtheile abgewogen werden, findet man, dass die Nachtheile überwiegen." Unter Nachtheilen sind dabei nur finanzielle d. h. Kosten verstanden. Die Vortheile werden unter drei Categorien gebracht. Der erste Vortheil besteht in der „Finanzkraft der Stadt", d. h. Berlin kann und muss die Unkosten der Berieselung bezahlen; der zweite Vortheil besteht in der Nähe des Absatzgebietes für die Erzeugnisse der Rieselfelder, nämlich einer konsumtionsfähigen Grossstadt; und der dritte Vortheil ist die unentgeltliche kostenfreie Ablieferung des in dem Abwasser enthaltenen Dungmaterials. Die Nachtheile bestehen in der Höhe des Ankaufspreises des Landes, der den rein landwirthschaftlichen Verkaufswerth sehr wesentlich übersteigt; ferner in der Kostspieligkeit des Rieselbetriebs, der eine ständige Zahl von Arbeitern Tag und Nacht in Wechseldienst und während des ganzen Jahres erfordert und in der Schwierigkeit, das berieselte Land für Kultur durch den Pflug, d. h. Beackerung fähig zu erhalten; sodann in dem Zwang, die ankommenden Abwasser alle und stets, auch wenn sie der Vegetation schädlich sind, unterzubringen. Die Irrigationsmethode übt ausserdem einen Zwang auf die Rotations-Wechselwirthschaft, die Bestellungen und auf die Wahl der Pflanzungen oder Saaten aus und beschränkt dadurch aufs Engste die Absatzfähigkeit der zuweilen in grossen Mengen gewonnenen Producte. Der Bericht schliesst mit der Warnung, dass diese Schwierigkeiten, welche dem gewöhnlichen Landbauer unbekannt sind, wohl niemals erlauben werden, aus der Verwaltung der Rieselfelder in normalen Zeiten ein besseres Resultat zu erreichen, als seither erzielt worden ist.

Erkünstelte Einwände gegen Rieselbetrieb. Von diesen Schwierigkeiten gibt uns ein Bericht über eine Verhandlung der

Stadtverordneten-Versammlung Berlins (Ende März 1897) ein bemerkenswerthes Beispiel. Im Lauf der Schätzung des Voranschlags der Ausgaben für die Kanalisationswerke, welche die Berieselungswerke einschliessen, sprach der Stadtverordnete Dr. Zadek über den Gesundheitszustand der Arbeiter auf den städtischen Rieselfeldern und erwähnte, dass dieser Gegenstand bereits zu öffentlichen Verhandlungen und zu Angriffen auf „das städtische Amt" geführt habe. Was da hin und her, für und entgegen gesagt wurde, ist ohne Werth für uns. Im Jahr 1895 erschienen Berichte, wonach die Zahl der Krankheitsfälle unter den Arbeitern sich plötzlich verdoppelt haben sollte. Darauf machte Dr. Schweitzer aus Teltow, wo die berühmten Rüben wachsen, die, wie der Bericht sagt, „erklärende" Mittheilung, dass die bisherigen Untersuchungen der Kanalisationsdeputation ganz ungenau gewesen seien, da sich viele der auf den Rieselfeldern beschäftigten Arbeiter der Krankheitsanmeldung entzogen hätten. Seit einem halben Jahr nun werde diese Angelegenheit in der statistischen Deputation durchberathen und sei trotz seiner Bemühungen bisher noch nicht befriedigend erledigt. Er halte die Sache für zu wichtig, als dass — etc. — er nicht Fragen stellen sollte, ob Arbeiter wirklich ihre Krankheit verborgen hätten und ob der Stadtrath darüber ein Manifest erlassen wolle. Ihm wurde durch den Stadtverordneten Virchow geantwortet; den Einzelheiten folgte die allgemeine Abweisung des Dr. Zadek, dessen Angriffe theils unrichtig, theils ganz falsch seien. Z. B. waren angebliche Arbeiter-Krankheitsfälle gar nicht auf den Rieselgütern, sondern im Dorf Pankow vorgefallen.

Ganz ähnliche Einwürfe hat die Bewegung für öffentliche Gesundheitspflege während der letzten vierzig Jahre überall zu überwinden gehabt.

Die Irrigation durch Wasser allein ist hier nicht in Betracht genommen, obwohl sie bei der uns aufgegebenen hygieinischen Irrigation wohl häufig einen grossen Werth als eventuelle zufällige Hülfe erlangen dürfte. Wir werden unten sehen, wie die neue Methode der Nitrifikation der Ausleerungen auf jeden möglichen Zustand, auf jede wahrscheinliche Verbindung oder Sammlung von Zuständen anwendbar ist.

Ich komme nun zur ersten Hauptthese, die aus der Gesammtheit der obigen und aus dem richtigen Gebrauch des Verstandes hervorgeht:

Die einfachste, wohlfeilste, dem öffentlichen Gesundheitswohl förderlichste, reinlichste, für die Bewohner behaglichste, für die National- oder Natural-Oekonomie passendste, dem Ackerbau möglichst zuträgliche Methode, die Exkrete einer Stadt aus derselben abzuführen, ist die, welche sich des Wassers, der Wasserklosette und der öffentlichen Sielen bedient.

Die Art und Weise, in welcher die durch die Sielen gesammelten Abwässer zu behandeln sind, um sie für irgend welche Zwecke des Ackerbaus zu verwenden, oder um sie in Wasserläufe fliessen zu lassen, damit man sich ihrer kurzer Hand entledige, wird in den folgenden Seiten näher betrachtet werden.

Vorbereitende Behandlung der Sielenwasser. Fällung der suspendirten oder aufgeschwemmten Substanzen. Septische Cysternen. Die gröbsten in Sielenwasser suspendirten Substanzen sind Fette, Seifen, Zeug- und Papierfasern und unverdauliche pflanzliche und thierische Gewebe. Werden dieselben mit der Flüssigkeit aufs Land gebracht, so bilden sie nach einiger Zeit eine Art Filz über der Erde und um die Pflanzenrhizome herum, welche ähnlich der schleimigen Lage von Algen auf dem Sand von Wasserfiltern, zunächst die Flüssigkeit, welche durchdringt, klärt, dann aber allmählich so dicht wird, dass Filtration practisch aufhört Der Boden, der Nichts mehr durchlässt, muss dann entweder ruhig liegen, um eine etwaige Pflanzendecke zur. Reife kommen zu lassen, oder er muss umgearbeitet, umgeackert oder umgegraben werden, um dann von Neuem Rieselwasser reinigen zu können.

Um den Uebelstand der Gegenwart und allmähligen Absetzung fester Materien zu vermeiden, haben einige muthige und unternehmende Männer die natürliche Methode, auf welche feste organische Substanzen weggeschafft werden, künstlich nachgeahmt. Sie haben sich nämlich der vielen Fäulniss bringenden Mikroorganismen bedient, um grosse Massen von Immunditien, die hätten manipulirt werden müssen, löslich oder gelöst und dadurch für Entfernung durch Wasser geeignet zu machen. Die Sielenwasser wurden in luftdicht geschlossenen sogenannten septischen oder Fäulniss-Cysternen eingeschlossen und der Verwesung der anaërobischen Bacterien überlassen. Man kann sich den Process experimentell erläutern durch Aussetzen eines nicht zu steifen Leimgelées an die Luft. Es wird dann beobachtet, dass das Gelée hie und da flüssig

wird und verdirbt. Käse wird ebenfalls von gewissen Mikroorganismen schnell verflüssigt. Diese Verflüssigung findet schnell in dem Sielen-Inhalt bei Luftabschluss statt und die Manipulation des schwarzen Sielenschlammes, die so kostspielig und lästig ist, wird auf diese Weise vermieden.

Dieser Process war jedenfalls höchst rationell in seiner Anwendung in Fällen, in welchen die festen Materien, in Flüsse oder am See-Ufer ausgeleert, sich abgesetzt und putriden Schlamm geliefert haben würden. Dabei war aber immer ein vollständiges Gelingen der Operation vorausgesetzt, was aber nicht immer innerhalb der nöthigen Zeit stattfand. Jedenfalls war der Zustand der Materien, in dem sie die septischen Cysternen verliessen, ein nicht zu beschreibender; sie konnten kaum auf Aecker gebracht und mussten meist schnell in Seebusen ausgeleert werden. Wo das unmöglich war, musste dann doch ein Process der Fällung eingeleitet werden, um eine Art von Klärung und Geruchverminderung zu Stande zu bringen.

Auch diese Materien werden jetzt durch den Process der Nitrifikation auf den neuen speciellen Filtern vollständig gereinigt. Es ist zwar vorauszusehen, dass der Process der Verflüssigung durch Fäulniss weit seltener angewendet werden wird, als er seither durch Noth, Zufall oder Kunst gewesen ist. Es kann aber Fälle geben, in welchen diese präparirende Fäulniss dem folgenden Nitrifikationsprocess von Nutzen sein, namentlich ihn beeilen kann, und er muss daher in allen Fällen sorgfältig geprüft werden.

Wegen dieser dem rohen Sielenwasser anhängenden Uebelstände hat man mit den meisten Riesel-Anstalten ein System der vorgängigen Entfernung der suspendirten Materien verbunden. Die einfachste, aber auch am Wenigsten wirkende Massregel war einfaches Absitzenlassen durch Ruhe, oder sehr langsame Bewegung der Flüssigkeit, wie sie z. B. in Croydon ausgeführt wurde, wie oben beschrieben ist. Besser waren schon die Methoden, welche Fällungsmittel, z. B. Kalkmilch beimischten, und am besten diejenigen, welche neben dem Kalk auch ein Metallsalz brauchten, z. B. schwefelsaures Eisenoxydul, oder schwefelsaure Thonerde, um eine sehr gute Klärung zu bewirken. Man hatte nun aber mit zwei Objecten zu thun, welche verschiedene Behandlung erforderten, und neue Schwierigkeiten bereiteten.

Der gefällte Schlamm musste abgesetzt, konzentrirt und mechanisch behandelt, ja manipulirt werden. Anfangs glaubten

Manche ihn als Dünger benutzen zu können, obwohl die chemische Analyse dagegen warnte; denn er enthielt 90% Wasser und in dem trockenen Rückstand so wenig Düngstoff, dass Transportkosten über kurze Strecken allen Werth aufassen. Da wurden nun kostspielige Filtrir-Apparate gebaut, die ihren Zweck auch sehr wohl erfüllten; der Absatz wurde zu zusammenhängenden Massen komprimirt, die man auf Haufen legen konnte. Allein auch sie waren für Dünger werthlos und hatten eine so grosse Verwandtschaft für Wasser, dass sie an der Luft schlecht trockneten und im Boden jahrelang ohne sich zu vertheilen, liegen blieben. Man hatte auch geglaubt, diese Rückstände zum Erhöhen von niedrigem Boden brauchen zu können; allein der gebildete Boden blieb unbebaubar, und man wusste zuletzt nicht mehr, was mit dem Product anzufangen sei. In Birmingham z. B. wo viel Kalk in der Gestalt von Milch in die Sielenwasser gegossen wurde, bestand eine gigantische Einrichtung, ein in die Luft erhobener abschüssiger Trog, um den Schlamm auf die entfernten Aecker der Riesel-Anstalt (Sewage Farm) zu befördern, und dort das Land damit zu erhöhen; die vom Schlamm getrennte Flüssigkeit wurde zur Berieselung von vielerlei Art Land benutzt. Diess konnte natürlich nicht für längere Zeit fortgeführt werden und man konnte voraussehen, dass eine Aenderung des Processes nöthig sein werde. In anderen Städten, oder Pfarreien und Gemeinden, z. B. in Chiswick westlich von London, häuften sich die Filter-Rückstände so an, dass ihre Aushauchungen zu Processen und widrigen Gerichts-Urtheilen Veranlassung gaben, bis die Gesundheitsräthe nicht mehr wussten, wie sie dem Uebel abhelfen sollten. Für grosse Städte war Filtration durch Druckmaschinen ganz unmöglich wegen der grossen Kosten. Daher entschloss man sich zuletzt, besondere Schiffe zu bauen und den Schlamm in die Nordsee zu fahren. Von den Kanalwerken von London geht jetzt täglich ein Schiff mit tausend Tonnen dieses Schlammes (Sludge) durch die Themse-Mündung in die Nordsee; dort wird der Schlamm ausgeleert und ist in wenigen Minuten verschwunden.

Diese Disposition ist in Städten wie Birmingham unmöglich und das Problem ist dort nur temporär gelöst, sozusagen aufgeschoben. Hier tritt dann die bacteriolytische Methode als Helferin ein. Um diese für alle Fälle nutzbar machen zu können, bedarf sie für jeden Fall spezieller Anpassung und Führung, die nur verständige Techniker geben können. Jede besondere Conzentration der Sielenwasser

bedarf besonderer Rücksicht; die Londoner Sielenwasser sind durch ihre Verdünnung mit viel Abwasser characterisirt; Birmingham dagegen hat sehr konzentrirten Sielen-Inhalt. Man kann indessen darauf rechnen, dass in jeder bewohnten Häuser-Gruppe, sei es Dorf, Stadt oder Grossstadt, der Verbrauch von Wasser täglich zunehmen wird und dass daher alle Abwasser stets weniger organische Materie führen werden im Verhältniss zum Wasser als gegenwärtig. Daher werden die Unterschiede in der Zukunft kleiner werden; allein fürerst müsse sie beobachtet und beachtet und in allen Theilen richtig behandelt werden. Diese Individualisirung oder unterschiedliche Behandlung bildet die nächste practische Aufgabe der Gegenwart.

Wie schon gesagt wird in Birmingham dem konzentrirten Sielenwasser viel Kalkmilch zugesetzt, was zu einem grossen Aufwand von gebranntem Kalk führt, dessen ungelöster Ueberschuss gar keine Wirkung ausübt, sondern aufs Land geführt wird, um sich dort zu karbonisiren. In London dagegen ist gefunden worden, dass aller Kalk aufgelöst sein muss, um seine Wirkung auszuüben; dass nicht Sielenwasser, das man aus Sparsamkeit nahm, sondern nur reines Flusswasser zu seiner Auflösung zulässig ist; dass daher nicht Kalkmilch, sondern reines Kalkwasser zum Fällen zu verwenden ist. Denn die Wirkung besteht nicht in einem Angriff auf die gelöste organische Materie, sondern in der Bildung eines gelatinösen Niederschlags mit dem Eisenvitriol, welcher die suspendirten Materien einschliesst und zu Boden bringt. Dieser Process ist demjenigen ganz analog, den die Köche zur Klärung von Fleischbrühe, Aspics und Gelées durch Eiweiss und Hitze, die Leimsieder zur Klärung des Leimguts und der feinsten Gelatine verwenden.

Nach vielen Versuchen wurde gefunden, dass eine Gallonne oder $4\frac{1}{2}$ Liter des Londoner Sielenwassers durch Beimischung einer Lösung von vier Gran kaustischem Kalk, also $\frac{4}{70,000}$ und einer Lösung von einem Gran Eisenvitriol, also $\frac{1}{70,000}$ (die Gallonne zu 70.000 Gran Wasser) practisch so von suspendirtem Material befreit wird, dass das Wasser ohne Schaden in den Fluss abgelassen werden kann. Wird es aber auf das Bacterienfilter gebracht, so werden ihm dadurch bis 80 % der gelösten organischen Materie entzogen. Durch chemische Agentien kann man der gelösten organischen Materie practisch nicht beikommen.

Ein dem Sielenwasser etwa zugesetzter Ueberschuss von chemischen Agentien, wie Kalk, der zunächst ungelöste organische Materien auflöst, oder Chlorkalk, der sie zerstört, wirkt sterilisirend und befördert dadurch die Tödtung der oxydirenden Bacterien. Bei nun folgender Verdünnung und Abschwächung oder vollständigem Verbrauch der Chemikalien durch ihre Wirkung nehmen nun die Fäulniss-Organismen ihre Rolle auf und zwar in Abwesenheit allen Sauerstoffs, unbehindert; erst spät, nachdem die Fäulniss allen möglichen Schaden angerichtet, erscheinen wieder Sauerstoff-Träger und Sauerstoff im Wasser. Daraus folgt, dass chemisch wirkende sterilisirende Agentien nur zu einem Betrag benutzt werden dürfen, welcher nach Vollendung der beabsichtigten Reaction keinen Ueberschuss in Lösung lässt. Ein solcher Ueberschuss muss namentlich dann vermieden werden, wenn beabsichtigt ist, die von der Fällung befreiten Wasser auf das bacteriologische Filter zu bringen; auch müssen Filter, welche noch fällbare unorganische Materien, die mit chemischer Absicht eingeführt sind, enthalten, nicht auf das Filter gebracht werden, damit sie das Leben und die Entwicklung der Sauerstoff-Träger nicht stören.

Das gefällte Eisenoxydul wirkt als Ueberträger des Sauerstoffs aus der Luft an gelöste organische Materie, auch als Binder von schwefelhaltiger Materie; allein seine Wirkung ist beschränkt und kurz, denn es fällt mit den unlöslichen Theilen nieder, während der durch die Verbindung seiner Schwefelsäure mit Kalk gebildete Gyps in Lösung bleibt. Man kann daher den Eisenvitriol in der oben gegebenen Menge nur als eine kleine Beihülfe, aber nicht als ein Hauptreagens betrachten.

Von chemischen Materien, die zum Deodorisiren oder Geruchlosmachen von Sielenwasser verwendet werden können, ist nur die Mischung von mangansaurem Natron mit Schwefelsäure, auch wenn im Ueberschuss verwandt, den Sauerstoff bindenden Bacterien unschädlich, ja vielleicht nützlich; die resultirende Mischung von Salzen und Oxyd hat aber eine directe vortheilhafte Wirkung, indem sie auf Fäulniss-Erreger im Sielenwasser als directes Gift wirkt.

Werden die suspendirten Materien nicht durch Absitzenlassen oder Fällung entfernt, so entsteht ein weiteres Problem, das in jedem einzelnen Fall für sich zu lösen ist. Das Mittel zur Lösung bleibt stets biolytisch; die Differenzen hängen von der Concentration der Lösung und der relativen Menge und Natur der suspendirten Materie

ab. Wird das Filter mit Sielenwasser beschickt, wie es von der Stadt kommt, so vertilgt es alle Materie, Fette, Seife und vegetabilische Materie eingeschlossen, wenn es gross genug ist im Vergleich zu der zu oxydirenden Masse, nur fordert die Zersetzung von Sielenwasser, welches noch alte ungelöste Stoffe mit sich führt, ein Viertel mehr Landfläche als die Zersetzung von Sielenwasser, welches man hat absetzen lassen.

Die Versuche vieler aufmerksam forschenden Personen, die Absätze aus Sielenwasser zu zerstören, haben Verschiedenes gelehrt. Zuerst muss das sogenannte „rohe Sielenwasser“ (crude sewage) mechanisch filtrirt werden, um Lumpen und Papier, Haar, Korke etc. zu isoliren. Diese werden jetzt ausgetrocknet und verbrannt. Man hat versucht, eine Art von Papier daraus zu machen, es hat aber wenig Cohäsion und kann schwerlich die Kosten der Darstellung, die namentlich viel Reinigung erfordert, decken.

Andere Versuche, die gefällten und abgepressten Massen zu trocknen und zu verbrennen, z. B. in einem grossen runden unablässig wirkenden Kalkofen, haben sich ebenfalls als unpractisch erwiesen; von den Kosten der Filtration abgesehen, stellten sich die Kosten des Trocknens an Zeit und Kohle so hoch, dass der Gedanke der Zerstörung derselben durch Feuer dem der Fortschaffung derselben in das Meer Platz machen musste.

Achter Brief.

Inhalt:

Endliche Reinigung der Abwasser. — Neuestes Verfahren zur Reinigung der Abwasser[1]).

Die Erfahrung vieler Jahre hat bewiesen, dass Abwässer oder flüssiges Sielenproduct aller Art namentlich aus Städten durch künstliche chemische Reagentien nicht dauernd gereinigt werden können. So hatte man hie und da Chlorkalk zur Zerstörung der organischen Materie gebraucht und in London z. B. wurden viele Tausende von Fässern dieses Bleichkalks in die Themse geschüttet. Der Geruch der Abwässer verschwand dadurch auf einige Zeit, aber die ungelösten organischen Materien, welche nur etwas chlorinirt, aber nicht zersetzt waren, wurden dann am Strande abgesetzt, faulten nun weiter und verbreiteten Gerüche, welche viel stärker und schlimmer als die waren, welche sie anfänglich vor der Chlorbehandlung gehabt hatten. Das Reactiv tödtete ferner die zerstörenden Organismen, welche in jedem Abwasser vorhanden sind, zu welchem Sauerstoff Zugang hat. Mit der steigenden Verdünnung des Abwassers wurde nicht nur die sogenannte desinfizirende Wirkung des Chlorkalks aufgehoben, sondern die Fäulniss verursachenden Organismen vermehrten sich ins Ungeheure, wie man das bei der Abnahme der Menge des im Wasser gelösten Sauerstoffs hatte erwarten müssen. So hatte der Chlorkalk die bei seiner, von vielen Chemikern empfohlenen Verwendung gehegte Absicht nicht nur nicht erfüllt, sondern grade das Gegentheil, eine Vergrösserung des Uebels herbeigeführt. Dieser Verschwendung von kostbarem Material war der unerträgliche Zustand gewisser Theile des Themse-Ufers im J. 1884 und 1887 allein zuzuschreiben.

1) Nach einem Aufsatz von Georg Thudichum, F. C. S. zweitem Chemiker der Londoner Municipalität, gelesen am 7. Dezember 1896 vor der Gesellschaft der Ingenieure zu London. Die Gesellschaft erkannte dem Verfasser des Vortrags für denselben die goldene Medaille des Präsidenten zu.

Die mit biologischen Prinzipien mehr vertrauten Chemiker des Londoner Stadtraths halfen nun dem Hauptübelstand, nämlich dem üblen Geruch der Sielenwasser, durch eine Beimischung von mangansaurem Natron ab, und es fand sich sogleich, dass die faulige Zerstörung aufhörte, und zwar als directe Wirkung des Metallsalzes, oder eines von ihm oder aus ihm durch Deoxydation gebildeten Gemenges, während der Sauerstoff, den es hergab, nur die löslichsten oxydirbaren Materien angriff; das Metallsalz wirkte als Gift für die Fäulnisserreger; zugleich stellte es Bedingungen her, welche den oxydirenden oder geruchlos zerstörenden Bacterien die Ueberhand gaben und sie in den Stand setzten, selbst ohne weiteren Zusatz von Mangansalz die übelriechenden Substanzen zu beseitigen. Diess war ein neuer Fall von Verdrängung einer Species durch eine andere, welche durch die veränderten Zustände mehr begünstigt wurde.

Diese Erfahrung nun lieferte den Beweis, dass man Sielenwasser nicht sterilisiren dürfe, sondern es so einrichten müsse, dass die Fäulnisserreger unterdrückt, die Sauerstoffträger aufs höchste begünstigt sind.

Viele Versuche lehrten, dass der im Wasser enthaltene Sauerstoff oder der von ihm in geeigneten Zeiträumen unter gewöhnlichen Verhältnissen aufnehmbare Sauerstoff nicht genügend sein könnte, diese Träger, ebenfalls innerhalb geeigneten Zeiträumen zu sättigen. Die Zufuhr von oxydirenden Organismen allein hielt die Fäulniss nicht ab; es war nöthig, denselben eine grosse Menge von Sauerstoff in der Gestalt von Luft darzubieten, sie mit Atmosphäre zu umringen und mit dem Sauerstoff zu sättigen. Es wurde auch durch Versuche bewiesen, dass durch Filtration sterilisirte Luft überdiess noch langsam durch glühende Röhren geleitet, in durch Kochen sterilisirten Sielenwässern, selbst bei tagelangem Durchleiten keinerlei Veränderung hervorbrachte, namentlich den Betrag von oxydirbarer Materie nicht verminderte. Wenn aber gewöhnliche nicht gereinigte Luft durch das sterile Sielenwasser geleitet wurde, so stellte sich Fäulniss ein und die organische Materie wurde dadurch vermindert. Aber die durch das Kochen zerstörten Sauerstoff-Träger wurden nicht wieder aus der Luft ergänzt; ihre Keime scheinen in der Luft nicht so verbreitet zu sein wie die der Fäulnisserreger.

Alle durch chemische Mittel gereinigten Abwässer, welche bis jetzt untersucht sind, zeigen dieses Verhalten. Selbst wenn sie im

Anfang unthätig erscheinen, was dem Ueberschuss von antiseptischen Niederschlagsmitteln, kaustischem Kalk, Chlorkalk etc. zuzuschreiben ist, namentlich solange sie in verschlossenen Gefässen unverdünnt aufbewahrt werden, so erfolgt doch alsbald Fäulniss in ihnen, wenn sie genügend mit Wasser verdünnt der Luft ausgesetzt werden, und niemals erfolgt eine Reinigung, die nicht von den Symptomen der Fäulniss begleitet wäre. .

Die durch diese Versuche entwickelten oder bestätigten Thatsachen bilden eine Reihenfolge, welche logisch zu dem Endresultat führt: zunächst zur Erkenntniss des Gesetzes, dass die Mikroorganismen überhaupt eine Wirksamkeit in dieser Sache haben; ferner dass ihre Gegenwart zur Erreichung des Ziels absolut nothwendig ist; ferner dass durch Unterdrückung der Fäulniss-Erreger und Begünstigung der Sauerstoff-Träger und anderer Organismen ein Vortheil erreicht wird; weiter dass die Gegenwart von Luft erforderlich ist, aber dass sie selbst wenn gegenwärtig keine Wirksamkeit ausübt, wenn sie nicht von Mikroben vermittelt wird. Der Zusatz von Mikroben zu Abwässern ist ebenfalls unwirksam. Daher ist es nöthig, die Mikroben in solcher Anzahl und unter so günstigen Verhältnissen zu züchten, dass sie in Massen mit Luft geschwängert, Massen von Abwasser in kurzer Zeit von der organischen Materie reinigen können. Diese practischen Aufgaben der Theorie sind alle aufs Klarste gelöst worden, so dass die Anwendung der Resultate sogleich thunlich ist. Die Detailbeweise, namentlich die Ermittlung der spezifischen Rollen der zahlreichen Arten von Bacterien oder Mikroben im Allgemeinen sind in näherer Zeit zu erwarten.

Die practische Lösung des Problems ist für die ganze Menschheit von der grössten Bedeutung. Wohl überall ist anerkannt, dass die Abwässer durch chemische Mittel nicht gereinigt werden können; sie sind daher über grosse Flächen Land vertheilt worden, damit sie in die Erde eindringen und ihre Dungstoffe in derselben zurücklassend, im Untergrund als reines Wasser erscheinen und als solches aus demselben abfliessen sollten. Dieses Berieselungs-Verfahren reinigte mehr als alle Fällungsmittel, die man verständiger Weise benutzen konnte, und wurde daher seit 1865 in England von Regierungs- und Parlaments-Commissionen empfohlen und aus öffentlichen Gesundheitsrücksichten auch zwangsweise eingeführt. In Bezug auf Desinfection und Filtration der Sielenwasser kamen die Autoritäten im J. 1866 zu dem Schluss, dass „in ihrer Anwendung

auf Sielenwasser Desinfizirmittel nicht desinfiziren und Filtrirbecken nicht filtriren". — Es ist wahrscheinlich, dass zu dem ersten Schluss das Verhalten nachträglich verdünnter Sielenwasser die eigentliche Veranlassung war. Aber der zweite Schluss ist ganz unbegründet, oder jedenfalls nur von schlechten Einrichtungen herleitbar.

In England hatte dieser irrige Schluss die üble Folge, dass alle Gemeinden, welche Abwasser zu behandeln hatten, um die Flüsse zu reinigen oder rein zu halten, genöthigt wurden, mit grossen Kosten Land zu erwerben, auf welchem die Berieselung ausgeführt werden sollte, einerlei ob der Boden passend oder unpassend war. Wenn sie diese Landkäufe nicht ins Programm setzten, wurde ihnen die Erlaubniss zur Ausführung der Einrichtung auf die Weise verweigert, dass die Regierung ihre Zustimmung zur Aufnahme der nöthigen Capitalien abschlug.

Die sogenannte Berieselung wurde nicht nur auf Wiesen und Grasland, sondern auf allerlei Art Ackerland ausgeführt. Sie war aber von genügendem Erfolg begleitet nur in Orten, an welchen die geologische Conformation das Unternehmen begünstigte, z. B. in Danzig; anderwärts blieb die Methode häufig ganz unanwendbar und in England namentlich gab sie zu zahlreichen Processen Veranlassung, einmal weil das Rieselwasser häufig ungereinigt in die Bäche abfloss und dann, weil die Rieselfelder namentlich in warmem Wetter einen widerlichen Geruch ausdampften. Ferner waren Felder zur Berieselung gewählt worden, welche keinen unterirdischen Abfluss hatten und desshalb in kürzerer oder längerer Zeit versumpften. Diese Uebelstände gaben zu vielen Versuchen Veranlassung, um die Sielenwasser durch Filtration zu reinigen. Die wichtigsten dieser Versuche sind unter der Autorität der Staats-Gesundheits-Kommission von Massachussetts in Nord-Amerika angestellt worden.

Sie wurden in einer besonderen Versuchsstation zu Lawrence gemacht. Während der Jahre 1889 und 1890 wurden die Sielenwasser intermittirend durch reine Kieselsteine von der Grösse kleiner Vogeleier geleitet; oder durch Filter, welche mit Kies und Sand von verschiedener Grösse der Steine und Körner gefüllt waren; die Sandkörner hatten bis 0,004 Zoll im Durchmesser und die Masse stellte einen körnigen Staub vor; auch wurde durch natürliche Bodenarten und durch Torf filtrirt. Im Kies und Sand fand Nitrifikation statt und Reinigung erfolgte, wenn die Menge an Sielenwasser den Krusten des Filtrums angemessen blieb und die Luft freien Zutritt

hatte. Mit feinkörnigem Gelände wurden gute Resultate erhalten, wenn dasselbe in sehr dünnen Lagen verwandt wurde. In fünf Fuss dicken Lagen fand keine Nitrifikation Statt und nachdem die Filtra während zwei Jahren benutzt worden waren, fand man in dem Abflusswasser beinahe ebensoviel organische Materien als im Zufluss; und diess fand Statt, selbst wenn nur 22,000 Liter Sielenwasser auf den Acker Land aufgegossen wurden. Der wichtigste aus den Experimenten mit Kiesel-Steinen gezogene Schluss war: die Hauptbedingung der Zerstörung der organischen Substanz besteht in einer langsamen Bewegung sehr dünner Lagen von Flüssigkeit über die Oberfläche von Körpern, welche durch freie Räume getrennt sind, die der Luft unablässig Zugang zu diesen dünnen Lagen von Flüssigkeit erlauben. Es macht dabei wenig Unterschied, ob die Sielenwasser von suspendirten Teilen durch Filtration durch Sand abgetrennt werden oder nicht; zuweilen beeinflusst diese Vorbereitung das Resultat in günstiger Weise.

Bei allem Werth dieser Versuche liessen sie doch das Problem der Reinigung in genügend grossem Massstab ungelöst. Die Menge der Sielenwasser, welche unaufhörlich mit Erfolg behandelt werden konnte, schien 67,000 Liter täglich für den Hektar Filterfläche nicht zu übersteigen; und dieses Maass war so klein, dass es für grössere Städte ganz nutzlos war. Die Sielenwasser Londons z. B. würden nach diesem Massstab 1330 Hektar solcher Filtra unablässig in Anspruch nehmen, ohne dass dabei Vorsorge für Sturmwasser oder andere Zufälle, oder auch nur für gewöhnliche Reparaturen getroffen wäre.

An diesem Punkte nun nahm die Municipalität von London (County Council) die Experimente wieder auf und liess sie durch ihre Chemiker ausführen.

Vorläufige Versuche waren auf die Wahl des für die Filter zu benutzenden Materials gerichtet. Als recht passend wurde Klein-Coak, d. h. die kleinen Theile des aus den Gas-Retorten der Gasfabriken ausgehobenen Gas-Coak erkannt. Eine Fläche von 40 Ar Lands wurde mit einem drei Fuss dicken solchen Filtrum aus Klein-Coaks versehen und mit einer drei Zoll dicken Lage von Kieselsteinen auf der Oberfläche belastet. Das Bett war durch perforirte Röhren drainirt, welche in einen Hauptabzugs-Canal mündeten.

Wenn nun das Filtrum beständig mit Sielenwasser beladen blieb, so fiel seine Fähigkeit, dasselbe zu reinigen, von $4 \frac{1}{2}$ Millionen aufs

1 Million Liter im Tag. Die Filtrate waren alle faul, das Filterbett wurde verstopft und in 12 Wochen wurde es übelriechend und ganz nutzlos. Man liess es dann $3\frac{1}{2}$ Monate lang stehen, bis es sich erholt hatte. Es wurden ihm dann steigende Mengen Sielenwasser aufgegeben, zuerst einmal täglich für die Woche, sodann zweimal täglich, und zuletzt wurden fünf Millionen täglich durch das Filter geschickt.

Die Art das Filter zu beschicken wurde nun folgendermassen eingerichtet. Es wird mit dem von suspendirten Theilen befreiten Sielenwasser gefüllt, zwei Stunden lang ruhig stehen gelassen und dann ausgeleert. Der ganze Cyklus von Operationen nimmt 7 Stunden in Anspruch. Dieses Füllen, Stehenlassen und Ausleeren wird ohne Unterbrechung während sechs Tagen wiederholt, aber am siebenten eingestellt. Es bleibt dann während 24 Stunden der Luft ausgesetzt. Es ist noch etwas zweifelhaft, ob diese hebdomadale Pause nöthig sei. Es wäre z. B. möglich, dass eine kürzere Pause als 24 Stunden genügte, um jede Ansammlung zu vermeiden. Diese Zeit muss für jedes Filter durch besondere Experimente festgestellt werden. Das Volum Sielenwasser, welches auf diese Weise gereinigt werden kann, beläuft sich auf $4\frac{1}{2}$ Millionen Liter im Tag; die durchschnittliche Zerstörung der organischen Substanz im Sielenwasser beträgt von 80 bis 84 % des Gelösten, wenn man die Schätzung des Oxydirbaren mit Uebermangansäure vor und nach der Filterbehandlung ausführt. Wenn man die Schätzung mittelst des Processes der Evolution des albuminoiden Ammoniaks ausführt, so erhält man von 75 bis 80 % Zerstörung indizirt.

Ein solches Filter hat über 20,250,000,000 Liter Sielenwasser gereinigt, ohne der Unterbrechung zu bedürfen. Die schwimmenden Materien dieser Masse wogen trocken 230 Tonnen oder im Zustand der Abscheidung als Schlamm mit 90 % Feuchtigkeit 2,300 Tonnen, gleich ungefähr $2\frac{1}{2}$ Schiffsladungen von Schlamm, wie er durch die Dampfer in die Nordsee abgeführt wird. Von den 230 Tonnen waren nur 110 Tonnen organische Materien, welche durch das Filter oxydirt und zerstört wurden. Die Oxydation, welche an der in der Flüssigkeit gelösten organischen Materie stattgefunden hat, ist gleich derjenigen, welche durch tausend Tonnen guten käuflichen mangansauren Natrons, enthaltend 30 bis 33 % wirklichen Manganats, bewirkt wird. Der mit dem rohen Sielenwasser eingeschwemmte Sand beläuft sich auf 40 Tonnen, welcher in gleicher Lage über das ganze

Filter ausgebreitet, eine Höhe von einem Viertel Zoll haben würde. Der Sand ist indessen im Filter so gleichmässig vertheilt worden, dass eine Verstopfung für lange Zeit nicht zu besorgen ist. Die ganze Masse des Filters ist vollständig geruchlos und frei von faulender organischer Materie, und der einzige Geruch, welchen die Filtermasse beim Aufbrechen ausgibt, gleicht dem Geruch frisch gegrabener Garten-Erde. Keinerlei Erneuerung des Filter-Materials ist bis jetzt erforderlich gewesen; die einzige Hülfe, welche das Filterbett fordert, war die gelegentliche Ausgleichung der Oberfläche mit einem Rechen an Stellen, wo ein geringes Einsenken stattgefunden hatte, oder wo das einfallende Sielenwasser ein Wasserloch ausgehöhlt hatte. Das Leben des Filters scheint daher nicht nur sehr lang, sondern unbegränzt zu sein; vorausgesetzt, dass das richtige Verhältniss zwischen der Zufuhr von Luft und Nahrungsstoff zu den Organismen beobachtet werde. Wird dieses Verhältniss gestört, so geht bei überschüssiger Nahrung, Kraft, d. h. Effect verloren; bei überschüssiger Luft geht Zeit verloren; hat überschüssige Nahrung das Filter geschwächt, so muss es der Luft ausgesetzt bleiben, bis seine normale Wirkungskraft wieder hergestellt ist.

Das grosse Filterbett, in welchem diese Erfahrungen gewonnen wurden, war drei engl. Fuss dick im senkrechten Durchmesser, die Decke von Kieselsteinen, welche drei Zoll betrug, als vielleicht unthätig, nicht eingeschlossen. Es ist indessen kein Grund vorhanden, diese Tiefe als nöthigen Factor anzunehmen; die Tiefe ist ohne Einfluss, so lange der Luftwechsel dadurch nicht behindert ist. Ebenso wäre es Verschwendung, ein seichteres Filter zu bauen, als die Wirksamkeit erfordert. Es scheint bewiesen, dass die Wirksamkeit des Filters durch seine kubische Capazität, und weder durch Fläche noch Tiefe allein bedingt wird.

Ein Kubik-Meter Klein-Coak mit der nöthigen Decke von oxydirenden Organismen überzogen ist hiernach im Stand, täglich 1000 Liter Sielenwasser, d. h. das tägliche Abflusswasser aus einem Haushalt von sieben Personen, vollständig zu reinigen.

Bei der Bestimmung der Tiefe oder Dicke des Filters hat man daher nur die Nothwendigkeit des Luftwechsels im Auge zu behalten; und es ist gerathen, denselben in allen oder vielen Richtungen zu begünstigen. So sollte Ein- und AusfallsThor der Flüssigkeit so frei sein, dass z. B. im Sommer nach der Flüssigkeit

auch die Luft nicht nur dem Wasser folgen, sondern auch ein- und ausfliessen kann.

Bei der Filtration des Gebrauchs- und Trinkwassers für Städte haben einige auf die Bildung einer Lage von schleimartig aussehenden Algen auf der Oberfläche des Sandes grosses Gewicht gelegt. Ohne Zweifel hält eine solche gelatinöse Decke viele Partikelchen zurück, welche der reine Sand durchlassen würde. Allein die Algendecke verlangsamt das Durchdringen des Wassers in solchem Grade, dass ein damit bedecktes Filter zuletzt undurchgängig wird. Hier ist der Process rein mechanisch und hat kein dynamisches Element an sich, während bei der hier betrachteten sogenannten Filtrationshandlung das chemisch-physiologische Element der Bacteriolyse in Wirkung tritt und zwar in allen Theilen der Oberfläche der einzelnen Partikeln des Filters, und eine Bildung von solchen Algen, wie sie auf der Oberfläche von Wasserfiltern beobachtet wird, findet, wie es bis jetzt scheint, nie Statt. Mit dem Wort Bacteriolyse ist hier der Begriff von Zersetzung, resp. Oxydation durch die Lebensthätigkeit von Bacterien verbunden. Der neue Apparat ist der Einrichtung genau analog, welche zur Schnell-Essig-Fabrikation dient. Hier sind es Späne in einem Fass, welche mit den spezifischen Mykodermen überzogen, verdünnten Alkohol bei reichlichem Luftzutritt in Essig umwandeln. Bei dem Sielwasserprocess werden stickstoffhaltige Substanzen oxydirt und zwar so stark, dass sie als salpetrig und salpetersaure Verbindungen und zum Theil als vielleicht neue, d. h. bisher nicht unterschiedene Oxydationsstufen des Stickstoffs auftreten.

Man kann somit vermöge des oxydirenden Filters oder des bacteriologischen Vorgangs den grössten Effect auf dem kleinsten Raume erzielen. Der Process und seine Resultate scheinen von den in der Erde bei und nach der Berieselung vorgehenden nicht sehr verschieden; hier wie dort ist es zuletzt Nitrifikation, welche das Ende darstellt; hier wie dort sind es nitrifizirende Bacterien oder Algen, welche Träger des zerstörenden und wieder herstellenden Sauerstoffs sind, der die Stickstoff-Verbindungen in die höheren Chlorophyll führenden Pflanzen einführt und dann im Sonnenlicht wieder austritt. Hier haben wir jedoch über das Resultat der Bacteriolyse nicht hinauszugehen. Es stellt sich aber die Frage ein, ob die Bacteriolyse im Erdboden direct dem Process im Filtrir-Apparat vorzuziehen sei. Da resultirt, im Anfang des Vergleichs, eine

Betrachtung zum Nachtheil der Berieselung der Erde, nämlich dass sie seither nicht, oder nicht genügend intermittirend gewesen ist. Bei dem bacteriolytischen Schnellfilter, wie wir den Apparat nennen wollen, ist die Flüssigkeit nur zwei Stunden lang in Berührung mit der Bacterienkruste und diese kurze Zeit genügt, den Sauerstoff aus der Vegetabilienkruste auszuziehen; es brennt dort ein Feuer im Wasser, im chemischen Sinn, und man kann bestimmen, welcher Menge von Kohle zu Kohlensäure verbrannt diese Leistung entspricht. Derselbe Process erfolgt in der Erde, in beiden Fällen mit Entwicklung von Wärme.

Wenn nun ein Ueberschuss von Sielenwasser während zwei Stunden mit Erde in Berührung war, muss diese Erde und müssen ihre oxydirenden Bacterien von Sauerstoff erschöpft sein; sie sollten daher so lange Ruhe haben, bis sie wieder Luftsauerstoff in genügender Menge aufgenommen haben. Bei schwammigem Boden ist das schnell und leicht geschehen, bei sogenanntem schwerem thonigem Boden ist das schwierig und dauert lange. Daher gibt das bacteriolytische Filter die absolut besten Resultate: leichte schwammige Bodenarten geben die Resultate zweiten Grads, schwere Thonböden die schlechtesten Resultate; aber aller Boden erfordert viel Zeit und viel Oberfläche, wie die Erfahrung lehrt, um Sielenwasser zu reinigen.

Dieser Vergleich ist schon zweifellos zu Gunsten der Bacteriolyse im Kunstfilter, er wird aber noch weit günstiger, wenn wir den Einfluss der Jahreszeiten betrachten. Ein mit Wasser gesättigter oder gefrorner Boden kann nicht als Filter wirken. Nur während milden Wetters und relativ trockner Jahreszeit wird eine chemische Wirkung auf Sielenwasser stattfinden; das biolytische Filter ist dagegen von Wind und Wetter unabhängig und daher keinen Schwankungen unterworfen. Die Sielenwasser selbst liefern die Organismen, welche, wenn sie nicht ertränkt werden, sich im Filter festsetzen und eine oxydirende Fläche bilden, die nur der Luft bedarf, um ihre höchste Leistungsfähigkeit zu entfalten. Mit der beständigen Erneuerung durch Einwanderung junger Keime ist das Absterben alter Individuen unbemerkbar. Keinerlei Wetter, sei es kalt oder heiss, trocken oder nass, beeinflusst den Process, so lange die bekannten Bedingungen erfüllt sind.

Auf den Riesel-Aeckern und Wiesen sind die Verhältnisse ganz anders, insofern jedes Mittel zur Kontrolle oder Herbeiführung der

besten Bedingungen fehlt. Selbst bei passendem porösem und drainirtem Boden fehlt die Möglichkeit, das Sielenwasser so lange mit demselben in Berührung zu halten, um den ganzen Oxydations-Effect zu sichern, den angesammelten Sauerstoff der Organismen auszunutzen, selbst angenommen, dass eine genügende Anzahl der einen, oder ein Ueberschuss des andern vorhanden wäre. Die Sielenwasser werden daher nur theilweise gereinigt abfliessen und die Bacterien werden schlecht ernährt bleiben. Aber selbst im Fall, dass der Boden bei trocknem Wetter seine ganze mögliche Wirksamkeit entfalte, wird bei heftigem Regen aller Effect aufhören müssen; und bei langem Regenwetter müssen die nitrificirenden Bacterien als Aerobien oder luftbedürftige, sauerstoffaufnehmende Organismen nothwendig zu Grunde gehen. Nasse Jahreszeiten sind Zeiten der Hungersnoth und Erstickung für diese Bacterien.

Frost hat zweierlei Effecte auf berieseltem oder zu berieselndem Boden. Er wird hart gefroren und alsdann läuft Sielenwasser über ihn hin; oder wenn Sielenwasser, das mit erhöhter Wärme aus einer Stadt kommt, nicht friert, so werden die Bacterien im Boden ertränkt und die Reinigung hört auf. Friert die Irrigationsdecke und thaut dann auf, so kann leichter sandiger Boden davon Gewinn haben. Ist aber das Thauwetter von Regen begleitet, so hört wieder alle Wirkung auf.

Das bacteriolytische Filter wird niemals durch Entwicklung übler Gerüche lästig, während im Gegentheil die eben erwähnten Nachtheile des Riesellandes von Zeit zu Zeit in allen Riesel-Einrichtungen auftreten. Selbst die besten, wie z. B. die zu Croydon sind im Sommer in der Nähe und auf gewisse Entfernungen hin unerträglich und möglicher Weise der Gesundheit mancher Personen schädlich. Die englische Commission zur Untersuchung der Verunreinigung der Flüsse hatte die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit des Auftretens solcher belästigenden Schädlichkeiten (nuisances) wohl erkannt, als sie auf S. 15 ihres ersten Berichts vorschrieb: „Die Rieselfelder sollten wenigstens eine (engl.) Meile von der Stadt entfernt bleiben und wenn möglich im Norden oder Osten derselben angelegt werden.“ Denn da der Wind in England vorherrschend von Süd oder West weht, würden Rieselfelder im Süden oder Westen von der Stadt gelegen ihre Dünste und Gerüche derselben zuführen.

Aber der endliche und hauptsächliche Einwurf gegen das Berieselungs-System gründet sich auf die Thatsache, dass die Flüssig-

keiten ganz ohne Rücksicht auf die Erfordernisse des Landes, der Jahreszeit und des Zustandes der Bepflanzung zur Behandlung gebracht werden müssen. Es sind gerade diese Umstände, welche die gerügten Uebelstände hervorbringen. Auf der andern Seite ist es ganz sicher, dass in gewissen Jahreszeiten und bei gewissen Zuständen der Bewachsung, die Zufuhr von Sielenwasser, welches düngende Materien in Auflösung hält, von dem allergrössten Nutzen sein kann und es ist gerade die Wahrnehmung dieses Nutzens, welche zur Anwendung des bacteriolytischen Filters führt. Zu allen passenden Zeiten kann das biolysirte Sielenwasser aufs Land gebracht werden, erstens als Wasser schlechthin, aber in zweiter und bedeutendster Stelle als Wasser, in welchem Nitrate und Nitrite und ein Rest organischer Materie mit allen Salzen der ursprünglichen Flüssigkeit aufgelöst sind. Die organische Materie ist in einem solchen Zustand, dass sie durch Entwicklung von Gerüchen nicht mehr belästigen und dem Auge keinerlei Abscheu einflössen kann. Beide Uebelstände z. B. waren in Croydon bei London nur theilweise vermieden, obwohl das System daselbst noch eines der erfolgreichsten Beispiele zu Gunsten der Rieselmethode darstellt.

Zu allen Zeiten, zu welchen das Land kein Wasser braucht, oder brauchen kann, auch wenn es des Düngers bedürfte, kann das aus den bacteriolytischen Filtern ausfliessende Wasser in See-Ufer, Binnenseen, Teiche, Weiher, in Gräben, Bäche und Flüsse ausgeleert werden, denn es hat die Fähigkeit, Fäulniss-Organismen zu unterhalten, verloren. Daraus folgt nun weiter, dass an allen Orten, wo Riesel-Einrichtungen bereits bestehen, die neuen Filter daneben eingeführt werden sollten; dabei müsste die Hauptaufgabe der Reinigung des Wassers dem Filter übergeben, die Nutzbarmachung des Products dem Boden zugewiesen werden. Auf diese Weise würde dem Boden aller Dünger, den er überhaupt aus Sielenwasser aufnehmen kann, in potenzirter Form erhalten bleiben. In lebhaftem Wachsthum begriffene Wiesen dürfen nicht mit Sielenwasser getränkt werden, weil sich viele Unreinigkeiten um die Pflanzen absetzen, so hoch das Wasser reicht. Derartiges Gras in grünem Zustand an Kühe verfüttert ist denselben schädlich und verschlechtert ihre Milch und die daraus gemachte Butter, wie Smee, früher offizieller Arzt der Bank von England, in einer Schrift aus Erfahrung an seinen eignen Kühen in seinem Park zu Croydon gezeigt hat. Auch ist es nicht unmöglich, dass Kälbern durch solches Gras

Eier von Bandwürmern zugeführt werden, namentlich der Taenia grandis (vom Menschen) und Taenia Echinococcus (vom Hund), welche sich in jungen Thieren zu Blasenwürmern, die erstern im Fleisch, die letztern in innern Organen, namentlich der Leber, entwickeln.

Wir können einige practische Beispiele der Wirkungsfähigkeit des bacteriologischen Filters aus England anführen: sie zeigen, dass auch andere Materialien als Coak zu seiner Construction verwendbar sind. In Wolverhampton ist ein solches Filter aus Steinkohle hergestellt, aber nach den Prinzipien der Intermission und Lüftung geführt worden; es reinigt 11 Millionen Liter Sielenwasser im Tag auf jeden Hektar Oberfläche. Zu Sutton in der Grafschaft Surrey, wo man eine Berieselungs-Anstalt hergerichtet hatte, ist dieselbe practisch verlassen, als für schweren Thonboden ungeeignet, und die Reinigung der Sielenwasser wird durch biolytische Filter aus verschiedenen Materien vermittelt, die nach den oben gegebenen Prinzipien verwaltet werden. In Aylesbury, wo man die Gemeinde nöthigen wollte, kostbare Rieseleinrichtungen zu machen, hat dieselbe bacteriolytische Versuche machen lassen und bis jetzt mit vollständigem Erfolg. In Exeter wird ein Theil der Sielenwasser auf einem mit Coak-Klein (brise) beschütteten Filtrum durch den biolytischen Process vollständig gereinigt. In Barking bei London wird ein Theil der Wasser fortwährend durch diese neue Methode gereinigt. Man ist jetzt überzeugt, dass die Städte im Themse-Thal oberhalb London, die jetzt das für London als Trink- und Nutzwasser unentbehrliche Themse-Wasser verunreinigen, im Stande sein werden, ihre Sielenwasser so zu reinigen, dass sie, wenn sie mit den Fluthen der Themse gemischt an den Londoner Wasserwerken vorbeifliessen, alle Unreinigkeiten verloren haben.

Bei der Wahl der Materialien für bacteriolytische Filter hat sich herausgestellt, dass bei denselben nur die Oberfläche wirksam ist und die Consistenz der Theile so hart sein muss, dass sie nicht brechen oder zerfallen und dadurch die Luftkanäle ausfüllen. Man kann z. B. Thon aus der Erde graben und denselben auf bekannte Weise in Haufen geschichtet und mit Steinkohle gemischt brennen; wird derselbe dann in die ausgemauerte oder mit wasserdichtem Thon beschlagene Höhlung, auf deren Grund ein System von Drainage-Röhren ruht, zurückgebracht, so kann er sogleich als Filter dienen. Es erfordert indessen einige Zeit, bis sich die Oberflächen

der gebrannten Thonbrocken mit nitrifizirenden Algen-Decken überzogen haben. In der Eifel sind ganze Berge von schwarzen, blasig-schwammigen vulkanischen Auswürflingen vorhanden, die ausgezeichnet für bacteriolytische Filter passen; man könnte das Rheinthal und alle Städte Deutschlands und Frankreichs Norden mit diesem ausgezeichneten Material versehen und damit Filter bauen, die ihrer Natur nach practisch unzerstörbar sein würden.



J. Ludwig W. Thudichum, geb. 27. Aug. 1829.
nach Photographie v. 1862.

Verzeichniss

der **gedruckten Werke** von J. L. W. Thudichum nach Ordnung der Zeitfolge.

1851. Ueber die am oberen Ende des Humerus vorkommenden Knochenbrüche. Octavo. Illustrirt. Giessen.

1852. Uebertragung der Rindviehräude auf den Menschen. München. Illustrirte medizinische Zeitung, B. I, H. 5. S. 259.

Ueber den Nabelbruch. München. Ibid. B. II, H. 10, S. 197 und B. II, H. 11, S. 267.

1853. Ueber die Infraction des Schenkelhalses. München. Ibid. B.III. H. 1, S. 16.

1855. Cause of the emptiness of the arteries after death. London. Association Medical Journal.

1858. A Treatise on the Pathology of the Urine, including a complete Guide to its Analysis, 8. 429 pp. 7 plates. London.

1860. Essays in Toxicology. London.

1861. The Turkish Bath. London. Transactions of the Medical Society of London. page 39, and separate pamphlet.

Azoturia. London. Transactions of the Medical Society of London. Leucic, acid and some of its salts. London. Journal of the Chemical Society. Vol. 14, p. 307.

On the Putrefaction of Bile, and the Analysis and Theory of Gall Stones. Ibid. p. 114.

1863. A Treatise on Gall Stones: their Chemistry, Pathology and Treatment. 8. 323 pages; 2 coloured plates. London.

On an improved Mode of collecting excrementitious Matter. Journal of the Society of Arts, Agriculture and Commerce. London 1863.

How to turn Waste into Flowers and Fruit. London. „Saturday Night“ (Journal).

1864. The Oration in Commemoration of the Ninety-First Anniversary of the Medical Society of London delivered in Willis's Rooms, St. James's on March 8. 1864. London.

1864. Thirty ninth annual Meeting of the Association of German Naturalists and Physicians at Giesen. London. British Medical Journal.

Urochrome, the colouring Matter of Urine. London. For this essay the Hastings Gold Medal of the British Medical Association was awarded.

On some new Modes of treating Diseases of the Ca-

vity of the Nose, particularly Ozaena and Polypus. London. The Lancet.

Researches on the Physiological Variations of the quantity of Hippuric Acid in Human Urine. London. Journal of the Chemical Society. Vol. 17. p. 55.

1865. On Parasitic Diseases of Quadrupeds used for Food. Illustrated by Woodcuts. London. Report of the Medical Officer of the Privy Council. Appendix Nr. 7, pages 303 to 467.

1865. Ueber die Grundlagen der öffentlichen Gesundheit in Städten und auf dem Lande. Eine auf Veranlassung und unter den Auspizien des Landwirthschaftlichen Vereins in Frankfurt im Circus daselbst gehaltene öffentliche Vorlesung. Frankfurt. Zwei Auflagen.

1866. On Cholera chemically investigated. London. 9th Report of the Medical Officer of the Privy Council. Appendix Nr. 10. pages 458—520, 40 tables.

On the Diseases of Meat as affecting the Health of the people. London. Journal of the Society of Arts, Manufactures and Commerce. For this the Society's silver medal was awarded.

1867. Report on Researches intended to promote an improved chemical Identification of Disease. Chiefly introductory. London. Report of the Medical Officer of the Privy Council, X, Appendix Nr. 7, pages 152—294, illustrated by woodcuts, and six coloured plates.

1868. Further Report on Researches intended to promote an improved chemical Identification of Disease. (Degeneration of Liver, Diabetes, Urochrome, Hematine, Cruenturesis, Cruentine, Yellow Atrophy of Liver. Lecithine, Leucine, Luteine). London. Report of the Medical Officer of the Privy Council, XI. Appendix Nr. 6, pages 126—216, illustrated by woodcuts, and eight plates.

On the Relation of Microscopic Fungi to great Pathological processes, particularly the process of Cholera. London. Monthly Microscopical Journal.

On some new Modes of treating Diseases of the Cavity of the Nose, particularly Ozaena and Polypus. London The Lancet.

1869. Further Report on Researches intended to promote an improved Chemical Identification of Disease. (Protoconia; Volatile Alkalies from horn, and from human Organs in various Diseases; Leucimide, Tyrosine, Urochrome and Uromelanine; Determination of Uric Acid; Acetic and formic Acids from Urine; Krytophanic Acid). London. Report of the Medical Officer of the Privy Council. XII, Appendix Nr. 12, pages 257—299.

Ueber das Lutein und die Spectren gelbgefärbter organischer Substanzen. Centralblatt für d. med. Wissenschaft. Nr. I.

1869. On Polypus in the Nose and Ozaena. London. Illustrated Monograph.

Researches conducted for the Medical Department of the Privy Council. 3d Series. Results of Researches on Luteine and the Spectra of Yellow organic Substances contained in animals and plants. London. Proceedings of the Royal Society.

By Dr. Thudichum and J. A. Wanklyn. Researches on the Constitution and Reactions of Tyrosine. London. Journal of the Chemical Society. Vol. 22 p. 227.

Note on Oxalate of Silver. Ibid. page 292.

Note on Dumas' method of determining Nitrogen. Ibid. p. 293.

1870. Ueber die Kryptophansäure, die normale freie Säure des Harns. Centralblatt für die med. Wissenschaft, Nr. 13 u. 14.

On Acetic and Formic Acids obtained from human Urine during the chemical decomposition of Urochrome. London. Journal of the Chemical Society. Vol. 23, p. 400.

Researches on Leucimide, a decomposition Product of the Albuminous Substances, and of Leucine. Ibid. page 409.

Researches on Kryptophanic Acid, the normal free Acid of human Urine. Ibid. page 116

1871. By Dr. Thudichum and Dr. Dupré. A Treatise on the Origin, Nature, and Use of Wine. London. 8°. Illustrated. 760 pages.

1872. A Manual of Chemical Physiology, including its points of Contact with Pathology. London. 8°. Illustrated. 195 pages.

1873. On Wines: their Production, Treatment and Use. Cantor Lectures delivered before the Society of Arts. London. Journal of the Society of Arts, and separate pamphlet reprinted.

1874. Researches on the Chemical Constitution of the Brain. London. Report of the Medical Officer of the Privy Council. New Series Nr. 3, Appendix Nr. 5, pages 113—247. Presented to both Houses of Parliament by Command of Her Majesty.

Provisional Statement of Researches in physiological chemistry. London. Report of the Medical Officer of the Privy Council. New Series. Nr. VI. Appendix Nr. 5, pages 209—256.

1876. Further Researches on the Chemical Constitution of the Brain. London. Report of the Medical Officer of the Privy Council. New Series Nr. VIII. Appendix Nr. 6, pages 117—150.

On some Reactions of Biliverdin. London. Journal of the Chemical Society.

State of animal Chemistry in Austria: Open Letter to the Imperial Academy of Sciences at Vienna, containing an Examination of the Researches on the colouring Matter of Bile, by Richard Maly of Graz. London. Chemical News. April 13 & 21.

Beleuchtung der Untersuchungen über die Gallenfarbstoffe von Rich. Maly in Graz. Leipzig und Heidelberg. Liebig's Annalen der Chemie B. 181 und Bonn, Pflügers Archiv.

The Discoveries and Philosophy of Liebig. Cantor Lectures delivered before the Society of Arts etc. London. Journal of the Society of Arts.

By Dr. Thudichum and C. J. Kingzett. On Hemine, Hematine, and a phosphorized Substance contained in blood corpuscles. London. Journal of the Chemical Society. September.

Notes on some Trials of Frankland and Armstrong's combustion Process in Vacuo. Ibid. October.

On Glycero-phosphoric Acid and its Salts, as obtained from the phosphorized Constituents of the brain. Ibid. July.

By Dr. Thudichum and Dr. H. W. Hake. On the Estimation of Hydrogen occluded by Copper; with special Reference to organic Analysis. London. Journal of the Chemical Society. September.

1877. By Dr. Thudichum. Further Researches in Chemical Biology. Reports etc. for 1877, pages 281—379. 1877 (Fourteen Researches, of which four on brain educts).

Ueber Indikan und das Verhältniss der physiologischen Forschung zum Begriff der chemischen Reinheit. Bonn, Pflüger's Archiv. Vol. 15. page 343.

Ueber Essigsäure, Ameisensäure und vermuthliche schwefelige Säure und salpetrige Säure im Menschenharn. Bonn, Pflüger's Archiv, Vol. 15, S. 12.

Ueber die Kryptophansäure, einen normalen Bestandtheil des Menschenharns. Bonn, Pflüger's Archiv. Vol. 15, S. 434.

Ueber die Eisensalze der extractiven Säuren aus Menschenharn. Bonn, Pflüger's Archiv. Vol. 15, S. 455.

Wiederholung des Versuchs von Gscheidlen zur Darstellung von Schwefelcyanblei aus Menschenharn. Bonn, Pflüger's Archiv. Vol. 15, S. 52.

Abwehr der Verdächtigungen, welche Herr Neubauer zu Wiesbaden betreffs der Kryptophansäure veröffentlicht hat. Bonn, Pflüger's Archiv, Vol. 15, S. 408.

1877. On Polypus in the Nose, and other Affections of the nasal Cavity. 3rd Edition, illustrated. London. A monograph of 31 pages.

A Treatise on the Pathology of the Urine, including a complete Guide to its Analysis. London. 2nd Edition. 8°. Illustrated. 570 pages.

1879. Annals of Chemical Medicine, including the application of Chemistry to Physiology, Pathology. Therapeutics, Pharmacy, Toxicology and Hygiene. London. 8°. Vol. I. 1879 and Vol. II. 1881.

1880. On the Modifications of the Spectrum of Potassium which are effected by the Presence of Phosphoric Acid, and on the inorganic Bases and Salts, which are found in Combination with Educts of the Brain. Proceedings of the Royal Society. Febr. 1880.

Further Researches on the Chemical Constitution of the Brain and of the Organo-plastic Substances. Report

of the Medical Officer of the Local Government Board for 1879. pages 143—206. London 1880.

1882. Ueber das Phrenosin, einen neuen stickstoffhaltigen phosphorfreien, specifischen Gehirnstoff. Journal für pract. Chemie. Bd. 25 (1882) p. 19—28.

Bemerkungen zu der Abhandlung: „Ueber einige neue Gehirnstoffe von Eugen Parcus (im Journal für pract. Chemie. Bd. 24 (1881) S. 310—340). Journal für pract. Chemie. Bd. 25 (1882) S. 29—41.

Würde und Würdigung. Antwort auf den Angriff des Herrn E. Drechsel (im Journal für pract. Chemie. Bd. 25 (1882) S. 190). Journal für pract. Chemie. Bd. 25 (1882) S. 528.

1883. Ueber die Reaction der Bilirubins mit Chloroform im Sonnenlicht. Berichtigung einiger Angaben die Gallenstein-farbstoffe betreffend, welche in der Abhandlung des Herrn Stephen Capranica enthalten sind." Moleschott's Beiträge zur Naturlehre. Bd. XIII. 4—5. Heft.

1884. A treatise on the Chemical Constitution of the Brain, based throughout upon original Researches. London. 1884. 8°. pp. XXIV and 262.

1884. Aids too Physiological Chemistry. 8°. pages 114. London. 1884.

1885. Aids to Public Health. 8°. London 1885. 2nd Edit. 1890.

1886. The Chemical Problems of Medicine and the Causes which retard their Solution. 8°. London 1886.

Grundzüge der anatomischen und klinisehen Chemie. Analecten für Forscher, Aerzte und Studirende. pp. VIII und 348. 8°. Berlin 1886.

1892. A Monograph on Polypus and other Diseases of the Nasal Cavity. Seventh Edition with twenty one xylographic Illustrations. 8°. London 1892.

1895. The Spirit of Cookery. A popular Treatise on the History, Science, Practice, and ethical and medical Import of culinary Art. With a Dictionary of culinary Terms. pages 701. 8°. London 1895.

1896. Ueber das Phrenosin, ein unmittelbares Educt aus dem Gehirn und die Producte seiner Chemolyse mit Salpetersäure. Journal für pract. Chemie. Bd. 55 (1896) S. 49 bis 91. Leipzig 1896.

The Progress of Medical Chemistry, comprising its Application to Physiology, Pathology and the Practice of Medicine. 8°. pages 212. London 1896.

A Treatise on Wines, their Origin, Nature and Varieties, with practical Directions for Viticulture and Vinification. pages 387. 8°. Illustrated. London 1896.

Ueber die Reactionen des Bilirubins mit Jod und Chloroform. Journal für pract. Chemie. Bd. 53 (1896). S. 314—324.

On Gall Stones, their Origin and Treatment. Quarterly Journal of the West London Medical Chirurgical Society. 8°. 1896.

1897. On the operative Treatment of Ethmoid Disease of the Nasal Cavity. Ibid. 1897.

Das sogenannte Urobilin und die damit in Verbindung gesetzten physiologischen und pathologischen Hypothesen. Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd. 150 (1897) S. 586.

1898. On Inflammation, Abscess and Tumors of the Ethmoid Cavities and other Sinusses of the Nose and their operative Treatment. West London Medical Journal, Nr. 2, April 1898.

Alphabetischer Index.

Abkürzungen: Am. steht für die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Wasser etc. steht für die Statistik der Beziehung zwischen Wasserversorgung und Sterblichkeit oder Morbilität durch infektiöse Krankheiten, namentlich Abdominaltyphus.

